

913
**Zeitschrift für Pflanzenkrankheiten (Pflanzenpathologie)
und Pflanzenschutz**

68. Band · Jahrgang 1961 · Heft 10/11

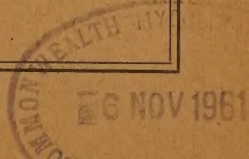
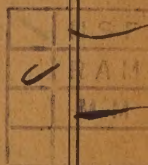
PROF. DR. BERNHARD RADEMACHER
zum 60. Geburtstag gewidmet

Herausgegeben von

Prof. Dr. Gudo Dosse



EUGEN ULMER · STUTTGART · GEROKSTRASSE 19
Verlag für Landwirtschaft, Gartenbau und Naturwissenschaften

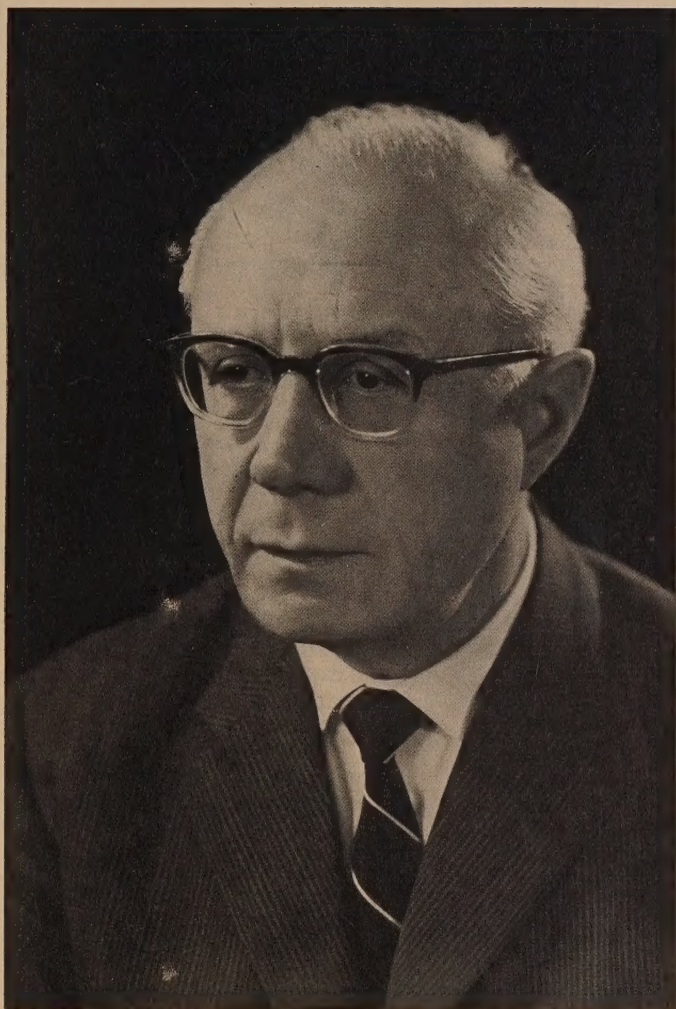


Inhaltsübersicht von Heft 10/11

Originalabhandlungen

Seite

Dosse, Gudo, Bernhard Rademacher zum 60. Geburtstag	529—532
Brandenburg, E., Die Symptome des Molybdänmangels an verschiedenen Kulturpflanzen. Mit 4 Farbtafeln.	532—541
Braun, H., Die Eisenfleckigkeit der Kartoffel	542—549
Fuchs, W. H. und Menke, G., Über den Einfluß des „Wässerns“ auf den Gaswechsel phytophthorainfizierter Kartoffelknollengewebe	550—552
Klinkowski, M., Möglichkeiten der Inaktivierung des Tabakmosaikvirus durch chemische Agentien. Mit 2 Abbildungen	553—560
Meyer, Eckart, Einige Beobachtungen über die Fichtenspinnmilbe (<i>Oligonychus ununguis</i> Jac.) als Schädling an Zierkoniferen. Mit 2 Abbildungen	560—565
Richter, H., Der Fliederblattrüßler wandert nach Westen. Mit 4 Abb.	565—569
Böning, Karl, Der Einfluß der Mineralsalzernährung sowie von zusätzlichen Gaben verschiedener Metallsalzen auf das Auftreten von Bormangelerscheinungen an Rüben.	569—574
Dosse, Gudo, <i>Thersilochus melanogaster</i> Thoms. als Larvenparasit des Rapserrfloh <i>Psylliodes chrysocephala</i> L. Mit 3 Abbildungen	575—580
Moericke, V., Virusartige Körper in Speicheldrüsen von kartoffelblattrollinfektiösen <i>Myzus persicae</i> (Sulz.) Mit 3 Abbildungen	581—587
Bremer, H., Zur Pathologie der Gemüsekeimung	587—591
Buhl, Claus und Hornig, Hans, Versuche zur Bekämpfung der Kohlschotenmücke (<i>Dasyneura brassicae</i> Winn.) und des Kohlschotenrüsslers (<i>Ceuthorrhynchus assimilis</i> Payk.) in Rapsbeständen mit bienenunschädlichen Präparaten im Sprühverfahren vom Hub-schrauber aus. Mit 1 Abbildung	591—596
Goffart, H., Über <i>Heterodera fici</i> Kirjanova 1954. Mit 4 Abbildungen	597—599
Müller-Kögler, E., <i>Melanospora parasitica</i> Tul. als Parasit der insektenpathogenen <i>Beauveria tenella</i> (Delacr.) Siem. Mit 4 Abbildungen	600—605
Schuch, Kurt, Die virologische Untersuchung einer Wangenheims Frühzwetsche mit krankhaften Erscheinungen an den Früchten. Mit 6 Abbildungen	606—610
Thalenhorst, Walter, Über das Vorkommen von <i>Paratetranychus (Oligonychus) ununguis</i> (Jacobi) in einem autochthonen Fichtengebiet	610—615
Wagner, F. und Ehrhardt, P., Untersuchungen am Stichkanal der Graswanze <i>Miris dolabratus</i> L. der Urheberin der totalen Weißährigkeit des Rotschwingels (<i>Festuca rubra</i>). Mit 5 Abbildungen	615—620
Stobwasser, H., Untersuchungen von Rückständen einiger organischer Phosphorsäureverbindungen auf Kopfsalat	620—626
Börner, H., Untersuchungen zur Frage der Wurzelausscheidungen mit Hilfe radioaktiver Isotopen am Beispiel von Ackersenf (<i>Sinapis arvensis</i> L.) Mit 4 Abbildungen	626—633
Großmann, F., Die systemische Wirkung von Sulfonamiden gegen Pflanzenkrankheiten, hervorgerufen durch nichtobligate Erreger	633—638
Knösel, D., Zum Bakterienbrand der Walnußbäume, Isolierung und Untersuchung des Erregers. Mit 2 Abbildungen	638—642
Weltzien, Heinrich Carl, <i>Acremoniella atra</i> und andere Pilze als Samenbewohner bei Alexandrinerklee. Mit 2 Abbildungen.	642—646
Schwarz, Ralph, Verfrühter Blattfall der Winterwirte als populationsmindernder Faktor bei Blattläusen	646—647



BERNHARD RADEMACHER ZUM 60. GEBURTSTAG

Am 4. November 1961 vollendet einer der führenden Vertreter des Deutschen Pflanzenschutzes, Prof. Dr. Bernhard Rademacher, sein 60. Lebensjahr. 1901 in Eisleben geboren, begann er nach dem Besuch des Staatlichen Luther-Gymnasiums seiner Vaterstadt und landwirtschaftlicher Praxis 1922 an der Universität Halle mit dem Studium. Obwohl seine Interessen schon in jungen Jahren den Naturwissenschaften galten, wählte er aus besonderer Neigung das Studium der Landwirtschaft, beschäftigte sich aber gleichzeitig stark mit den naturwissenschaftlichen Fächern.

Rademacher hatte das große Glück, zwei hervorragende Lehrer zu finden, die seinen Lebensweg entscheidend bestimmten und denen er sich auch heute noch in großer Dankbarkeit verbunden fühlt: Theodor Roemer und

Hans Blunck. Schon während des Studiums wurde Roemer auf ihn aufmerksam, bei dem er 1926 nach dem Diplomexamen eine Spezialausbildung als Saatzuchtleiter durchmachte und 1927 mit dem pflanzenzüchterischen Thema „Zweijährige variationsstatistische Untersuchungen an einer Population und dreißig reinen Linien bei Hafer“ promovierte. Noch während seiner Doktorandenzeit übertrug ihm Roemer die am Hallenser Institut für Pflanzenbau bestehende Nematodenbekämpfungsstelle, die er bis 1929 leitete.

Anfang 1929 rief Hans Blunck ihn an die neu gegründete Zweigstelle der Biologischen Reichsanstalt in Kiel-Kitzeberg. Als neues Arbeitsgebiet wurden ihm die nichtparasitären, insbesondere die bodengebundenen Krankheiten übertragen.

Im Jahre 1935 habilitierte er sich an der Universität Kiel mit dem Thema „Die Heidemoorkrankheit (Urbarmachungskrankheit) unter besonderer Berücksichtigung der Kupferfrage“. Der Einfluß der Spurenelemente war damals noch stark umstritten. Rademacher gehört mit Brandenburg zu den wenigen, die von der pflanzenpathologischen Seite her die Bearbeitung dieser so wichtigen Frage ins Rollen brachten und damit den Grund für die Anerkennung der Spurenelemente und Mangelkrankheiten legten.

In Kiel lernte er auch seine spätere Gattin, Gesa Plaas, kennen, die um diese Zeit als Assistentin bei Blunck arbeitete und ihm heute noch fürsorglich zur Seite steht.

Als Blunck auf das einzige bis dahin bestehende Ordinariat für Pflanzenkrankheiten in Bonn berufen wurde, folgte ihm Rademacher dorthin. Die guten Arbeitsmöglichkeiten und die fruchtbare Zusammenarbeit im Bonner Institut sind ihm heute noch in dankbarer Erinnerung.

1939 wurde er an das Institut für Pflanzenschutz nach Hohenheim berufen, wo er im gleichen Jahr zum außerordentlichen Professor, 1951 zum persönlichen Ordinarius und 1957 zum planmäßigen ordentlichen Professor ernannt wurde. Von 1954 bis 1956 war er Rektor der Landwirtschaftlichen Hochschule Hohenheim.

Als Rademacher das aus einer Abteilung des Botanischen Institutes neu geschaffene Hohenheimer Institut für Pflanzenschutz übernahm, fand er nur einige dürftig ausgestattete Räume und einen Assistenten vor. Der 2. Weltkrieg, den er von Anfang bis zu Ende mitmachte, sowie die Nachkriegsjahre erschwerten den Ausbau sehr. Dank seiner Initiative und Tatkraft ist es Rademacher jedoch gelungen, innerhalb relativ kurzer Zeit eine im In- und Ausland anerkannte und geachtete Lehr- und Forschungsstätte zu schaffen. Sein langgehegter und erstrebter Wunsch nach einem modernen Institutsneubau begann sich freilich erst 1960 zu verwirklichen.

Seit 22 Jahren leitet Rademacher nunmehr das Institut für Pflanzenschutz Hohenheim. In dieser Zeit haben eine große Zahl von Diplomanden bei ihm gearbeitet und fast 60 Doktoranden unter seiner Leitung promoviert. Als Lehrer ist Rademacher bei seinen Schülern sehr beliebt. Mit Erfolg bemüht er sich, ihnen eine gut fundierte Grundlage mitzugeben. Dabei beschränkt er die Anleitung nicht auf das engste Arbeitsgebiet, sondern versucht, durch Kolloquien, Arbeitsbesprechungen aller Art usw. den Gesichtskreis seiner Schüler zu erweitern, damit sie in jeder Sparte ihren Mann zu stehen vermögen.

Rademacher hat bisher mehr als 200 Arbeiten über die verschiedensten Probleme des Pflanzenschutzes veröffentlicht, von denen nur einige erwähnt

werden sollen: Noch unter schwierigen Nachkriegsverhältnissen erschien 1949 sein Buch „Krankheiten und Schädlinge im Acker- und Feldgemüsebau“. 1954 kam die 2. Auflage heraus, die 3. ist in Vorbereitung. Größere zusammenfassende Arbeiten sowie viele Einzelbeiträge hat Rademacher den Unkräutern gewidmet, denen seit dem Kriege sein besonderes Interesse galt. 1959 bearbeitete er in Ruhlands „Handbuch der Pflanzenphysiologie“ den Abschnitt „Gegenseitige Beeinflussung höherer Pflanzen“, ein Forschungsgebiet, welchem er in den Arbeiten seines Instituts seit einigen Jahren einen besonderen Platz einräumte. Zur Zeit beschäftigt er sich ferner mit der Neuherausgabe des Kirchnerschen Bestimmungsbuches „Krankheiten und Beschädigungen unserer Kulturpflanzen“, von dem in Kürze als erster von 12 vorgesehenen Bänden der über Gemüse- und Küchenpflanzen, von H. Bremer verfaßt, erscheinen soll.

Er ist Mitherausgeber der Neuauflage des Sorauerschen „Handbuch der Pflanzenkrankheiten“ und hat die 7. Auflage des I. Bandes (Nichtparasitäre Krankheiten) übernommen. Nach dem Tode Bluncks war Rademacher der berufene Nachfolger in der Herausgabe der „Zeitschrift für Pflanzenkrankheiten (Pflanzenpathologie) und Pflanzenschutz“, die er seit 1958 weiterführt.

Unter seiner Leitung war 1959 in Hohenheim eine internationale Forschungsgruppe für Unkrautbekämpfung ins Leben gerufen worden. Diese wurde 1960 in Oxford in das „European Weed Research Council“ umgebildet, wobei Rademacher zum Präsidenten gewählt wurde. An der neu gegründeten Zeitschrift „Weed Research“ beteiligt er sich als Mitherausgeber. Darüber hinaus ist er seit 1954 ein tatkräftiger Organisator von deutschen Arbeitsbesprechungen über Fragen der Unkrautbiologie und -bekämpfung.

Wegen seiner großen wissenschaftlichen und organisatorischen Verdienste um den Pflanzenschutz hat Rademacher mancherlei Ehrungen erfahren. Auch wurde er in viele Gremien gewählt, die heute das Gesicht des Faches prägen. So betreut er seit langen Jahren das Amt eines Gutachters bei der Deutschen Forschungsgemeinschaft für die Sparte Pflanzenpathologie. An der Gründung der Kommission für Ernährungsforschung war er maßgeblich beteiligt. Der Senat der DFG nominierte ihn 1960 zum Vorsitzenden der Kommission für Pflanzenschutz-, Pflanzenbehandlungs- und Vorratsschutzmittel. Als Vertreter der Phytopathologie ist er im Forschungsrat für Ernährung, Landwirtschaft und Forsten tätig. Ebenso gehört er dem Beirat der Bundesanstalt für Tabakforschung in Forchheim und dem Ausschuß für Pflanzenschutz in der Deutschen Landwirtschafts-Gesellschaft an. In der Vereinigung Deutscher Pflanzenärzte bekleidet er das Amt eines zweiten Vorsitzenden.

Die Akademie der Landwirtschaftswissenschaften zu Berlin wählte Rademacher 1956 zum korrespondierenden Mitglied, und die Deutsche Akademie der Naturforscher (Leopoldina) nahm ihn 1958 in ihre Reihen auf. Die größte Ehre, die der Deutsche Pflanzenschutz zu vergeben hat, wurde ihm 1960 durch die Verleihung der Otto-Appel-Denkmünze zuteil.

Die Tätigkeits- und Interessengebiete Rademachers während der verschiedenen Etappen seiner wissenschaftlichen Laufbahn sind außerordentlich vielgestaltig. Universelles Wissen auf dem Gebiete des Pflanzenschutzes, hervorragende Kombinationsgabe sowie seine reichhaltigen Erfahrungen, die er sich in einer jahrzehntelangen Berufstätigkeit als Hochschullehrer und Forscher erworben hat, machten ihn zu einem hochgeachteten Gelehrten. Dabei war ihm Einseitigkeit stets fremd. So wie er in seinem Beruf auch heute noch versucht,

das ganze Gebiet des Pflanzenschutzes zu überschauen und jedes zu weit führende Spezialistentum ablehnt, bleibt sein Ziel eine Synthese aller zur Phytopathologie gehörenden Fachrichtungen einschließlich der Grenzgebiete. Rademacher ist ein Pflanzenschutzforscher mit umfassendem Blick, dessen produktive Tätigkeit auf allen Gebieten des Faches nicht nur von der Wissenschaft, sondern auch von der Praxis anerkannt wird. Gleich Blunck ist er stets mit Nachdruck für eine Verbreitung und Vertiefung des Pflanzenschutzgedankens in der Öffentlichkeit eingetreten. Davon zeugen seine vielen richtungsweisenden Vorträge über Pflanzenkrankheiten und über Maßnahmen zu ihrer Verhütung und Abwendung.

Um den Menschen Rademacher ganz zu kennzeichnen, sei hinzugefügt, daß er über ein für unsere Zeit erstaunliches Wissen auch auf anderen Gebieten, wie der Baukunst, der Geschichte, ja sogar der Vorgeschichte, verfügt. Aufgeschlossen für alles Schöne lebt in ihm eine große Liebe für die Natur, wo ihn Wild und Vogelwelt begeistern. Daneben liebt er die Geselligkeit und ist gern fröhlich mit den Fröhlichen.

Jeder, der den Forscher Rademacher in seiner Arbeit kennengelernt hat, ist immer wieder tief beeindruckt von seiner unerhörten Vitalität und Schaffenskraft, mit der er alle an ihn herangetragenen Aufgaben meistert. Seine Liebe zum Fach und die Begeisterung, mit der er es vertritt, überträgt sich unwillkürlich auf jeden, der sie zu spüren bekommt. Seine Kollegen, Freunde und Mitarbeiter widmen ihm zu seinem 60. Geburtstag dieses Festheft, um dadurch sein Forschen und Schaffen für den Deutschen Pflanzenschutz gebührend zu ehren. Wir grüßen ihn gemeinsam mit dem Verleger der „Zeitschrift für Pflanzenkrankheiten“, Dr. Richard Ulmer, und wünschen, daß ihm noch viele Jahre eines fruchtbringenden und erfolgreichen Wirkens in Gesundheit und Frische beschieden sein mögen.

Gudo Dosse

Die Symptome des Molybdänmangels an verschiedenen Kulturpflanzen

Von E. Brandenburg

(Institut für Phytopathologie der Justus Liebig-Universität Gießen)

Mit 4 Farbtafeln

Aus den Untersuchungen der letzten Jahre hat sich ergeben, daß der Molybdänmangel auf einigen Bodentypen in Westdeutschland auch an landwirtschaftlichen Kulturpflanzen weit verbreitet ist und daß das Molybdän hier zu einem Spurennährstoff von erheblicher wirtschaftlicher Bedeutung geworden ist. Die Untersuchungen wurden 1955 bis 1958 durch die Deutsche Forschungsgemeinschaft und 1959/60 durch das Bundesministerium für Ernährung, Landwirtschaft und Forsten gefördert.

Am Anfang stand die Entdeckung von Bortels (5) 1930 von der Bedeutung des Molybdäns für die biologische Stickstoffbindung bei *Azotobacter chroococcum* sowie der erste Nachweis von seiner Notwendigkeit für die normale Entwicklung der höheren Pflanzen durch Arnon und Stout (4) 1939.

Nachdem das Vorkommen von starkem Molybdänmangel auf natürlichen Böden erstmalig 1942 von Anderson (1, 2) an Klee und Luzerne in Südastralien auf einem „ironstone“-Boden festgestellt worden war, erlangte die Anwendung des Molybdäns die allergrößte wirtschaftliche Bedeutung in Australien und Neuseeland.

Molybdänmangel an Nichtleguminosen wurde erstmals 1945 von Davies (11) in Neuseeland an Blumenkohl erkannt und konnte in den folgenden Jahren im übrigen Ausland auch an verschiedenen anderen landwirtschaftlichen Kulturpflanzen festgestellt werden. Wichtige Erkenntnisse über diesen neuen Spurennährstoff vermittelten uns die Arbeiten von Nicholas u. Mitarb. (17–19), nach denen das Molybdän als Co-Faktor der Nitratreduktase fungiert, so daß in Mangelpflanzen die Reduktion des aufgenommenen Nitrates gestört ist. In den Niederlanden war es vor allem Mulder (14–16), der sich eingehend mit der Molybdänfrage beschäftigte, während Henkens (12) dort das Vorkommen von Molybdänmangel bei Rüben und Getreide auf eisenreichen Böden in Feldversuchen feststellte.

Das Vorkommen von Molybdänmangel an Blumenkohl in Westdeutschland wurde erstmalig von Brandenburg und Buhl (7) sowie von Partsch (20) beobachtet und seine Verhütung durch Molybdändüngung in Feldversuchen geprüft. In weiteren Untersuchungen zeigte sich jedoch dann, daß auf einigen Bodentypen auch bei landwirtschaftlichen Kulturpflanzen der Molybdänmangel eine außerordentliche Verbreitung in Westdeutschland hat und die Ertragsausfälle ein ungewöhnliches Ausmaß haben können, Brandenburg (8, 9) und Brandenburg und Eibner (10).

Als besonders empfindlich erwiesen sich vor allem Winter- und Sommerroggen, Hafer, Futterrüben, Lihoraps, Stoppelrüben, Steckrüben und andere Kreuzblütler; ferner Peluschken, Rotklee und Luzerne, während die Kartoffel nach den bisherigen Beobachtungen nicht zu den empfindlichsten Kulturpflanzen zu gehören scheint. Unter den Gemüsearten reagieren insbesondere die meisten Blumenkohlsorten sehr stark mit den bereits seit längerer Zeit bekannten Erscheinungen der „Klemmherzen“ und Schmalblättrigkeit (Whiptail), ferner Möhren und vor allem Salat, der auf extremen Mangelböden bereits im Jugendstadium abstirbt. Unter den Holzgewächsen zeigt die Pappel sehr starken Molybdänmangel, der zu einem völligen Versagen führen kann.

1. Bodentypen, auf denen extremer Molybdänmangel vorkommt

Während empfindliche Blumenkohlsorten praktisch auf allen Bodenarten an Molybdänmangel erkranken, sobald die Reaktion im Bereich von pH 6 und niedriger liegt oder eine sehr hohe N-Düngung in Form von Nitrat verabreicht wird, erscheint die Molybdänversorgung der genannten landwirtschaftlichen Kulturpflanzen auf den Böden, wo der Blumenkohl versagt, noch ausreichend. Ein extremer Molybdänmangel wurde jedoch nach den bisherigen Erhebungen auf folgenden Bodentypen festgestellt:

a) Böden mit mehr oder weniger starken Ablagerungen von Raseneisenstein, wie sie im Emsland vor allem im Gebiet von Nordhorn – Lohne – Wietmarschen – Lingen, ferner bei Grossringe an der Grenz-Aa und bei Rütenbrock, an der Ems und anderen kleineren Flüssen des Emslandes sowie anderen Gebieten

des norddeutschen Raumes vorhanden sind. Bei der biologischen Abscheidung des Eisens durch Eisenorganismen erfolgt offenbar eine Festlegung des Molybdäns in Form einer Eisen-Molybdän-Verbindung, die weitgehend wurzelunlöslich ist. Die Höhe des Eisengehaltes des Bodens scheint jedoch nicht immer einen sicheren Hinweis für die Stärke des zu erwartenden Molybdänmangels zu sein; denn wir haben auch auf leichteren Sandböden mit nur wenig Raseneisenstein oft einen starken Mangel gefunden, während andere mit hohem Eisenanteil nur leichten Molybdänmangel aufwiesen, z. B. in Nord-Schleswig.

b) Hochmoorböden. Während wir auf Sandmischkulturen oder übersandeten Hochmooren bisher noch niemals Molybdänmangel gefunden haben — der Molybdängehalt in der Trs. von Roggen, Hafer und Rüben ging hier sogar bis zu 4 ppm —, zeigen kultivierte Hochmoorböden ohne Sandbeimischung oft stärksten Molybdänmangel, der bisher irrtümlich für „Säureschaden“ gehalten worden ist. Hier tritt die Abhängigkeit des Molybdänmangels von der Bodenreaktion besonders stark hervor, weil das Molybdän ganz allgemein im sauren und stark sauren Bereich von den Pflanzen weniger gut aufgenommen werden kann als in einem weitgehend aufgekalkten Boden mit annähernd neutraler Reaktion.

Auf sehr sauren Hochmoorböden bis zu einem p_H -Bereich von etwa 3,0 bis 3,5 sind jedoch die bekannten Gelbfärbungen der Pflanzen, die sogenannten „Säureschäden“, auf Mangel an Eisen zurückzuführen, weil das Eisen bei dieser Reaktion nicht genügend aufnehmbar ist. Die Eisenchlorose überdeckt in diesem Bereich den gleichzeitig vorhandenen Molybdänmangel auch symptommäßig, der erst im Bereich von etwa p_H 3,5 – 4,0 – 4,2 in reiner Form hervortritt und auch in seiner negativen Wirkung auf den Ertrag voll zur Auswirkung kommt; die Eisenaufnahme ist in diesem p_H -Bereich meistens schon ausreichend.

Durch Anwendung von sehr hohen Kalkgaben kann die Reaktion dieser Hochmoorböden ohne weiteres so weit gehoben werden, daß auch die Molybdänversorgung der Pflanzen ausreichend wird. Zur Erhaltung der organischen Substanz und zur Vermeidung von anderweitigen nachteiligen Folgen einer so hohen Aufkalkung dieser Hochmoorböden wird jedoch nach den Erfahrungen der Moorversuchsstation Bremen ein Bereich von etwa p_H 3,5 bis 4,0 als wünschenswert angesehen. Alle Fälle von reinem Molybdänmangel auf Hochmoor, die wir bisher feststellen konnten, lagen praktisch in diesem Bereich und ließen sich durch Anwendung von 4 bis 6 kg/ha Natriummolybdat restlos beheben. Unterhalb von etwa p_H 3,5 erhielten wir jedoch nach einer kombinierten Anwendung von 100 bis 400 kg/ha Eisenchelat (Fe EDTA, Fetrilon BASF) mit Molybdän sowohl in Gefäß- als auch in Feldversuchen eine vollkommen normale Entwicklung mit einem der allgemeinen Grunddüngung entsprechenden Ertrag bei Roggen und Hafer. Auf diesem Wege konnten auf einem typischen Hochmoorboden mit geringer Kalkgabe bei p_H 2,8–3,1 die sogenannten „Säureschäden“ durch Beseitigung des Fe- und Mo-Mangels restlos verhütet werden. Hieraus ergeben sich grundsätzlich wichtige Folgerungen hinsichtlich der Notwendigkeit und der Höhe von Kalkgaben bei der Kultivierung von sauren Hochmooren, deren Einzelheiten noch ausgearbeitet werden müssen.

c) Auf den podsoliierten Humus-Sandböden der ehemaligen Heidegebiete scheint nach den bisherigen Feststellungen die Molybdänversorgung der meisten landwirtschaftlichen Kulturpflanzen ausreichend zu sein. Auf anmoorigen Sandböden bzw. Böden mit Übergangsmoor-Charakter und dementsprechend

einem hohen Gehalt an saurem Humus wurde dagegen stärkerer Molybdänmangel im Emsland beobachtet. Es liegen jedoch noch keine umfangreichen Erfahrungen vor, um diesen Bodentyp genauer charakterisieren zu können.

d) Nach Anke (3) ist die Molybdänversorgung auf Muschelkalkverwitterungsböden in Thüringen völlig unzureichend und führt namentlich bei Luzerne zu ganz erheblichen Mindererträgen und einer Erniedrigung des Eiweißgehaltes. Dadurch erfahren unsere eigenen Tastversuche auf Mineralböden im hessischen Raum [Tostmann (21)] eine wertvolle Ergänzung. Wichtig erscheint das Ergebnis aus Feldversuchen zu Luzerne in Thüringen auf Muschelkalkböden, nach denen bereits durch 1–2 kg/ha Natriummolybdat bzw. eine Kupferschlackendüngung mit geringem Mo-Gehalt eine Behebung des Mo-Mangels bei Luzerne erreicht werden konnte. Es wurden damit die Ergebnisse von Tostmann (21) bestätigt, der auf degradierten Lößböden in Hessen bereits bei 1 kg/ha Natriummolybdat eine hinreichende Erhöhung des Mo-Gehaltes in der Pflanzensubstanz feststellte. Demgegenüber hatten auf Raseneisenstein- und Hochmoorböden erst höhere Gaben von 4 bis 6 kg/ha eine optimale Auswirkung auf den Ertrag von Roggen, Hafer und Rüben.

Auch an Hand von Bodenproben konnte Michael (13) auf Muschelkalkböden Thüringens den Molybdänmangel feststellen. Ob noch auf anderen Bodentypen eine unzureichende Versorgung mit Molybdän vorliegt, müssen weitere Untersuchungen zeigen.

2. Die Symptome des Molybdänmangels

Für die Erkennung des Molybdänmangels und der Bodentypen, auf denen eine Molybdändüngung Erfolg verspricht, spielen die Symptome an den Pflanzen eine ausschlaggebende Rolle. Die Erfahrung zeigt, daß auch in allen anderen Fällen von Spurennährstoffmangel wie z. B. Kupfer, Mangan und Bor die Anwendung in erster Linie zur Verhütung der jeweiligen Mangelkrankheiten erfolgte. Aus diesem Grunde haben wir auf die Darstellung der Symptome bei den verschiedenen Pflanzen den größten Wert gelegt und sie auf den beigefügten Tafeln farbig wiedergegeben. Der Druck war möglich dank der Unterstützung des Bundesministeriums für Ernährung, Landwirtschaft und Forsten, der Firma Hermann C. Starek Berlin, sowie der Hauptgenossenschaft Hannover und der Landw. Zentralgenossenschaft Osnabrück, denen ich für die Bereitstellung der erforderlichen Mittel bestens danke.

Wenn man die Symptome an den einzelnen Kulturpflanzen vergleicht, so zeigen sie zwar gewisse Übereinstimmungen, im einzelnen sind sie jedoch oft sehr abweichend, so daß ein Rückschluß von einer Kulturpflanze auf die andere oft nur sehr schwer möglich ist. Die Symptome sind bei den meisten Pflanzen sehr typisch, so daß sie für die Erkennung des Molybdänmangels auf dem Feld außerordentlich wertvoll sind.

Roggen

An Winterroggen treten im Herbst und Winter noch keine ausgesprochenen Krankheitssymptome auf. Erst im April, wenn das Wachstum beginnt, bleiben die jungen Blätter an der Basis hellgrün bis gelb gefärbt, während die Spitzen und oberen Hälften der Blätter, sowie die im Herbst gewachsenen Blätter weit-

gehend normal grün erscheinen (Abb. 1). An stark erkrankten Pflanzen ist in den nicht ergrüneten, gelb gebliebenen Partien der Blätter oft eine leicht rötliche Tönung vorhanden. Der Übergang von Gelb zu Grün kann an der Basis häufig deutlich abgesetzt sein. Im Verlauf der weiteren Entwicklung ergrünen die gelben Partien bis zu einem gewissen Grade; die Blätter bleiben jedoch im ganzen heller als die von ausreichend mit Molybdän versorgtem Roggen. Gleichzeitig setzt nun ein Vertrocknen der Blattspitzen der mittleren und älteren Blätter ein, das in Form von punkt- und strichförmigen, hellgefärbten Nekrosen in den Interkostalfeldern bis zur Blattmitte an den älteren Blättern fortschreitet (Abb. 3 und 4).

Dieses fortschreitende, an den Spitzen und Rändern der Blätter beginnende Vertrocknen hat gewisse Ähnlichkeit mit Schäden durch starken Wind. Die Nekrosen können sich bei anhaltendem starkem Mangel so ausdehnen, daß die Blätter völlig vertrocknen und die Pflanzen absterben. Die Bestockungstriebe sind häufig an der Basis etwas liegend, und das gesamte Blattgewebe weist eine gewisse Weichheit auf. Da das Molybdän für die Nitratreduktion notwendig ist, scheinen solche Bestände stets unzureichend mit Stickstoff versorgt zu sein. Andererseits machen die in einem Versuch mit Molybdän behandelten Parzellen bei gleicher Grunddüngung den Eindruck, als wenn sie eine zusätzliche Stickstoffgabe erhalten hätten. Zur Zeit des Schossens sind, abgesehen von einer allgemeinen geringeren Entwicklung des Roggens, selten noch charakteristische Symptome vorhanden, die ein sicheres Erkennen des Molybdänmangels gestatten. Vielfach setzen Ährenschieben und Blüte mit einer Verzögerung von einigen Tagen ein, und die Kornausbildung bleibt stets geringer.

Die Symptome des Molybdänmangels am Sommerroggen stimmen weitgehend mit denen am Winterroggen überein. Hier macht sich jedoch schon im 2- und 3-Blattstadium sehr häufig eine allgemeine hellgrüne Färbung der ganzen Pflanzen bemerkbar. Eine vorübergehende Gelbfärbung an der Basis der jüngeren Blätter sowie das charakteristische Vertrocknen der Blätter von den Spitzen her ist auch hier in gleicher Weise wie bei Winterroggen vorhanden.

Hafer

Die ersten Anzeichen einer unzureichenden Molybdänversorgung werden bei Hafer an einer hellgrünen bis gelben Färbung des zweiten oder dritten Blattes erkenntlich, die im Gegensatz zu Roggen nicht auf die Basis beschränkt bleibt, sondern mehr das ganze Blatt erfaßt. Durch eine stärkere Aufhellung der Interkostalfelder kommt eine gewisse Längsstreifung dieser Blätter zustande (Abb. 6). Nachträglich erfolgt eine teilweise Ergrünung der anfänglich gelb gefärbten Blätter, so daß von einer Höhe von 15 bis 20 cm ab die Mangelpflanzen auf natürlichen Böden sich vor allem durch eine hellgrüne Färbung mit nur noch leicht streifigem Charakter und einer geringeren Entwicklung von den normalen Pflanzen unterscheiden. Auch bei Hafer erfolgt bei starkem Mangel ein Vertrocknen der äußersten Blattspitzen, das jedoch nicht so typisch wie bei Roggen verläuft und mehr braune Töne aufweist.

Rüben

In extremen Fällen macht sich der Molybdänmangel an Futterrüben schon vor dem Vereinzeln bemerkbar. Bereits die ersten oder zweiten Blätter sind hellgrün bis gelb gefärbt, während die Keimblätter normal dunkelgrün bleiben; bei



Tafel I

Abb. 1. Beginnstadium des Mo-Mangels an W.-Roggen im April; Gelbfärbung der Basis der jüngsten Blätter.



Abb. 2. Ältere Haferblätter mit Mo-Mangel (links) und Eisenchlorose (rechts) von saurem Hochmoor.

Abb. 3. W.-Roggen: links gesund, rechts fortgeschrittenes Stadium des Mo-Mangels, hellgrüne Gesamtfärbung mit von der Spitze her weißlich vertrocknenden Blättern (Hochmoor).

Abb. 4. W.-Roggen: fortgeschrittenes Stadium des Mo-Mangels (Rasen-eisensteinboden).





Tafel II



Abb. 5. W.-Roggen: 2jährige Nachwirkung von 2 kg/ha Natriummolybdat auf Raseneisensteinboden (Emsland); v. r. nach l.: + Mo, - Mo (Mitte), + Mo, - Mo usf.



Abb. 6. Hafer: streifige Gelbfärbung der jüngsten Blätter als Anfangsstadium des Mo-Mangels; Raseneisensteinboden.

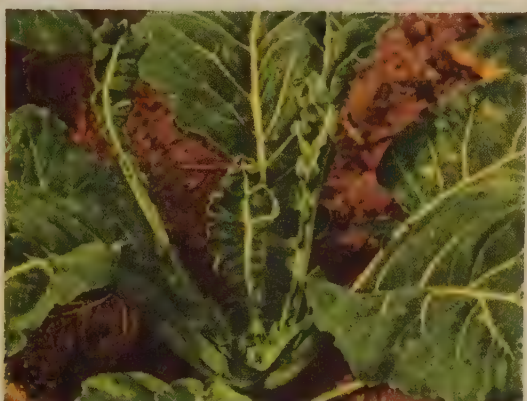


Abb. 11, unten links (obere Hälfte): F.-Rüben auf Hochmoor mit pH 3,0; links — Mo, Mitte mit 1,3 und rechts 2,6 mg $\text{NazMoO}_4 \cdot 2 \text{H}_2\text{O}$.

Abb. 12, unten links (untere Hälfte): F.-Rüben: Mitte Mo-Mangel, rechts Eisenchlorose.

Abb. 13, unten rechts: Molybdänversuch zu F.-Rüben auf Raseneisensteinboden 1960 mit 4 kg/ha Nachwirkung (2 kg 1957, 2 kg 1959); von vorne nach hinten abwechselnd: — Mo, + Mo, — Mo, + Mo usw.

Tafel III

Abb. 7–10. Verschiedene Stadien des Mo-Mangels an Blumenkohl.

Abb. 7, oben links: Anfangsstadium mit Hellfärbung der Internodalbereiche.

Abb. 8, oben rechts: „Klemmherz“-Stadium mit Verkümmern der Herzblätter.

Abb. 9, Mitte links: Bildung von Seitensprossen unter Rotviolett-Färbung der jüngsten Blätter.

Abb. 10, Mitte rechts: Typische Reduktion der Blattspalten (whiptail); Herz abgestorben.



Tafel IV

Abb. 14. Möhren auf Hochmoorboden mit pH 3,0; links + Mo, rechts ohne Mo.

Abb. 15. Möhren mit Mo-Mangel auf Raseneisensteinboden.

Abb. 16. Felderbsen auf Raseneisensteinboden; links — Mo, rechts 12 mg $\text{Na}_2\text{MoO}_4 \cdot 2 \text{H}_2\text{O}$.

Abb. 17. Salat auf Hochmoor mit pH 3,0; links — Mo, rechts 12 mg $\text{Na}_2\text{MoO}_4 \cdot 2 \text{H}_2\text{O}$.

anhaltendem Mangel zeigen alle folgenden Blätter eine unvollkommene Ergrünung, die von einem lichten Grün bis zu einer weiß-gelben Färbung im Extrem variiert (Abb. 11, 12 und 13). In solchen weiß-grün gefärbten Blättern heben sich die Nerven nur wenig ab, im Gegensatz zur Eisenchlorose, wo die Gelbfärbung sich mehr auf die inneren Teile der Interkostalfelder erstreckt und das Gewebe neben den Nerven meistens noch etwas ergrünt ist (Abb. 12). Typisch für den Molybdänmangel ist ein löffelförmiges Einrollen der Blätter nach oben bei jungen Pflanzen, deren Randpartien häufig weißlich gefärbte Nekrosen aufweisen, die sich weiter ausdehnen und die älteren Blätter schließlich zum Absterben bringen. Bei extremem Mangel gehen die stark erkrankten Rübenpflanzen zur Zeit des Vereinzeln oder später zugrunde, so daß die Bestände meistens lückig sind (Abb. 13).

Der Molybdänmangel wirkt sich naturgemäß bei gesäten Rüben am stärksten aus. Aber auch bei gepflanzten Rüben, die vielleicht auf einem normal versorgten Boden angezogen wurden, kann bei extremem Molybdänmangel eine starke Vergilbung der nach dem Verpflanzen gebildeten Blätter einsetzen und die Entwicklung stark gehemmt sein. Vielfach handelt es sich auch nur um eine lichtgrüne Färbung der jüngeren Blätter.

Kreuzblütler

In Abbildung 7–10 sind die charakteristischen Mangelsymptome an Blumenkohl wiedergegeben, deren eingehende Beschreibung sich hier erübrigt. Es sei nur darauf hingewiesen, daß sehr häufig an jungen Blumenkohlpflanzen die in Abbildung 7 gezeigte Aufhellung der Interkostalfelder vorhanden ist, die jedoch meistens sehr schnell wieder verschwindet. In manchen Fällen tritt eine Rotfärbung an den jüngsten Blättern bei Blumenkohl auf, wie sie Abbildung 9 zeigt.

Sehr häufig erfolgt hier eine Bildung von Seitentrieben, wenn das Herz des Haupttriebes weitgehend beschädigt ist.

Eine starke Reaktion auf extremen Mangelböden zeigten Lihoraps und Stoppelrüben in der Weise, daß der Molybdänmangel hier auch zu Chlorophylldefekten führt, wie sie an jungen Blumenkohlpflanzen vielfach vorhanden sind (Abb. 7). Bereits an jungen Pflanzen ist die Ergrünung unvollkommen, und insbesondere die Interkostalfelder sind hellgrün bis gelb gefärbt, ohne daß jedoch die Herzblätter die typischen Deformationen zeigen, die für Blumenkohl charakteristisch sind. Die für Molybdänmangel an Blumenkohl so charakteristische Schmalblättrigkeit wurde an Lihoraps und Stoppelrüben nicht beobachtet.

An Steckrüben wurde bei jungen Pflanzen eine vorübergehende Hell- bis Gelbfärbung der Blätter festgestellt, die jedoch später wieder ausgeglichen wurde. Auf dem Felde wurde im Spätsommer, als die normalen Bestände bereits geschlossen waren, eine Reduktion der Blattspreiten vereinzelt beobachtet, die zum Teil mit einer Nekrose an den Rändern verbunden war, wie sie für Blumenkohl typisch ist. Hier waren sie jedoch bei weitem nicht so ausgeprägt, so daß die Steckrüben wesentlich weniger empfindlich gegenüber Molybdänmangel zu sein scheinen als Futterrüben bzw. über ein besseres Aufschließungsvermögen für das im Boden festgelegte Molybdän verfügen.

Leguminosen

Bei Felderbsen zeigen sich die Symptome des Molybdänmangels erst verhältnismäßig spät, etwa bei Erreichung einer Höhe von 40 bis 50 cm. Dann zeigen sich etwa von Anfang Juli ab deutliche Unterschiede in der Weise, daß die Pflanzen auf den Mangelparzellen Symptome von Stickstoffmangel entwickeln, die zum Vertrocknen der unteren Blätter führen. Das Vertrocknen kann sich immer weiter nach oben bis zu einem Drittel und mehr der Gesamtlänge der Pflanzen fortsetzen. Demgegenüber haben die Pflanzen mit ausreichender Molybdänversorgung dunkelgrüne, gesunde Blätter, die etwa doppelt so groß sind wie die von Mangelpflanzen und in Gefäßversuchen bis zum unteren Bereich frisch und funktionstüchtig blieben (Abb. 16).

Der Blütenansatz und die Ausbildung der Hülsen ist der allgemeinen Entwicklung entsprechend in den Mangelgefäßen geringer als in den Gefäßen mit einer zusätzlichen Gabe von 4,8 bzw. 12 mg Natriummolybdat. Die höchste Gabe bewirkte hier das üppigste Wachstum.

Das späte Sichtbarwerden der Molybdänwirkung bei Felderbsen, sowohl in Versuchen auf dem Feld als auch in Gefäßen mit einem extremen Mangelboden im Vergleich zu Roggen, Hafer und Rüben, dürfte auf die Größe der Samen und deren relativ hohen Molybdängehalt zurückzuführen sein, der auf diesen Mangelböden für eine längere Zeit eine normale Entwicklung ermöglicht als bei Roggen, Hafer und Rüben. Auf Grund der Tatsache, daß das Molybdän für die Stickstoffassimilation der Knöllchenbakterien notwendig ist und die Symptome an Erbsen auf Molybdänmangelböden weitgehend denen des Stickstoffmangels entsprechen, haben sie für die Diagnose nicht dieselbe Bedeutung wie bei Getreide und Rüben.

Auch bei den Futterleguminosen Klee und Luzerne sind die Symptome weniger charakteristisch, so daß sie selten gestatten, sichere Rückschlüsse zu ziehen, ob eine unzureichende Tätigkeit der Knöllchenbakterien und die daraus resultierende geringe Entwicklung auf Molybdänmangel oder andere Ursachen zurückzuführen ist. Die Beantwortung der Frage, ob Molybdänmangel vorliegt, kann am sichersten durch eine versuchsweise Anwendung von Molybdän in Neusaaten mit anschließenden Vegetationsbeobachtungen beantwortet werden.

Unter den Gemüsearten reagieren Salat und Möhren besonders stark. Wie aus Abbildung 17 hervorgeht, handelt es sich beim Salat um eine hellgrüne Verfärbung der jungen Pflanzen, deren äußere Blätter unter Braunfärbung vom Rande her absterben. Bei Möhren tritt ebenfalls als erstes Symptom eine Hellfärbung der zarten Blätter im jugendlichen Stadium ein, der alsbald ein Absterben unter Braunfärbung folgt (Abb. 14 und 15). Die Reaktion beider Gemüsearten auf eine zusätzliche Molybdängabe ist außerordentlich eindrucksvoll.

3. Höhe der Molybdängaben

Nach den in 4 Jahren gemachten Erfahrungen kann eine Düngung mit 4 kg/ha Natriummolybdat als Normalgabe angesehen werden, die gerade ausreicht, die Molybdänversorgung auf den unter 1a-c genannten Bodentypen zu sichern. Damit wird der Gehalt der Kulturpflanzen auf etwa 0,5 ppm Mo/Trs. erhöht, während er in Mangelpflanzen etwa 0,06–0,3 ppm beträgt. Mit dieser Düngung können je nach der Stärke des Mangels Mehrerträge bis zu 37% bei Roggen erzielt werden, während bei Futterrüben zum Teil Mehrerträge bis zu

47,5 und in einem Falle auf Raseneisensteinboden von 72% festgestellt wurden (Abb. 13). Auf Hochmoorböden kann wahrscheinlich eine höhere Molybdängabe von 6 bzw. 8 kg/ha Natriummolybdat erforderlich sein, um die optimale Auswirkung auf den Ertrag zu erreichen. Diese Frage bedarf noch der weiteren Untersuchung.

Das mit solchen Düngungen dem Boden zugeführte Molybdän hat eine ausgezeichnete Nachwirkung; bis jetzt wurde eine solche noch nach 3 Jahren festgestellt, so daß die Wirtschaftlichkeit der gezielten Mo-Düngung auf den genannten Bodentypen bei akutem Mangel in reichem Maße gegeben ist. Ein allgemeiner Zusatz von geringen Mengen an Molybdän zu Volldüngern, etwa in Höhe des Entzuges, erscheint nach den jetzt vorliegenden Erfahrungen nicht erforderlich. Ein wirklicher Mangel läßt sich auf diesem Wege nicht beheben; solche homöopathischen Dosen sind andererseits selbst bei Dauernutzung nicht geeignet, einem etwaigen Mangel vorzubeugen. Nur eine gezielte Anwendung mit entsprechenden Gaben ist hier wie bei den anderen Spurennährstoffen Bor, Kupfer und Mangan am Platze.

Für reine Mineralböden, z. B. Muschelkalkverwitterungsböden oder degradierte saure Lößböden wird wahrscheinlich bei landwirtschaftlichen Kulturen eine wesentlich niedrigere Molybdändüngung von ± 1 kg/ha Natriummolybdat völlig ausreichend sein.

In den bisherigen Versuchen wurde das Molybdän stets mit Sand vermischt, um die geringen Mengen von 4 kg/ha gut verteilen zu können. Die Ausbringung dieser Menge in Form einer Spritzung ist nicht empfehlenswert, weil Verbrennungen an Getreide auftreten. Zur Behebung eines akuten Mangels ist zwar eine Spritzung mit 0,1% Natriummolybdat und 800 l/ha = 0,8 kg/ha äußerst wirkungsvoll; es erscheint jedoch sinnvoll, die Anwendung grundsätzlich zum Boden vorzunehmen auf der Basis von 4 kg/ha, um damit zugleich die Nachwirkung bei den Folgefrüchten entsprechend nutzen zu können (Abb. 5, 13).

Zusammenfassung

1. Während empfindliche Blumenkohlsorten praktisch auf allen Bodenarten Molybdänmangel zeigen, sobald die Reaktion im Bereich von p_H 6 und niedriger liegt, wurde ein extremer Mo-Mangel an landwirtschaftlichen Kulturpflanzen in Deutschland bisher auf folgenden Bodentypen festgestellt: Böden mit Ablagerungen von Raseneisenstein, kultivierte Hochmoorböden ohne Sandbeimischung, anmoorige Böden mit Übergangsmoor-Charakter und hohem Gehalt an saurem Humus sowie Muschelkalkverwitterungsböden und degradierte Lößböden.
2. Die sogenannten „Säureschäden“ auf kultivierten Hochmoorböden sind bis zu einem p_H -Bereich von 3,0 bis 3,5 auf Mangel an Fe zurückzuführen, der auch symptommäßig den gleichzeitig vorhandenen Mo-Mangel überdeckt, während im Bereich von p_H 3,5–4,0–4,2 der Mo-Mangel in reiner Form hervortritt. Unterhalb von etwa p_H 3,5 wurde nach einer kombinierten Anwendung von 100 bis 400 kg/ha Eisenchelate (FeEDTA, Fetrilon/BASF) mit 4–6 kg/ha $Na_2MoO_4 \cdot 2H_2O$ sowohl in Gefäß- als auch in Feldversuchen eine vollkommen normale Entwicklung und ein der allgemeinen Grunddüngung entsprechender Ertrag bei Roggen und Hafer erzielt.
3. Die Symptome des Molybdänmangels werden an W-Roggen, Hafer, Blumenkohl, Rüben, Felderbsen, Möhren und Salat farbig dargestellt und bei Hafer und Rüben mit den Symptomen der Eisenchlorose verglichen.
4. Zur Behebung des Mo-Mangels kann auf Raseneisenstein- und Hochmoorböden ohne Sandbeimischung eine Gabe von 4 kg/ha Natriummolybdat als Normalgabe angesehen werden, die eine gute Nachwirkung noch nach einigen Jahren

hat. Auf degradierten Lößböden, Muschelkalkverwitterungsböden und anderen Mineralböden wird jedoch eine Molybdändüngung von ± 1 kg/ha Natriummolybdat völlig ausreichend sein. Zur Behebung eines akuten Mangels ist zwar eine Spritzung mit 0,1% Natriummolybdat und 800 l/ha = 0,8 kg/ha äußerst wirkungsvoll; es erscheint jedoch sinnvoll, die Anwendung zum Boden vorzunehmen, um damit zugleich die Nachwirkung bei den Folgefrüchten entsprechend nutzen zu können.

Summary

1. While sensitive varieties of cauliflower may show deficiency of molybdenum in practice on all types of soil when the reaction is about p_H 6 or lower, we found extreme molybdenum deficiency on agricultural crops in Germany up to now on the following types of soils: soils with depositions of ironstone, cultivated peat-moss soils without mixture with glacial sands of the subsoil, soils with transitory peat-moss and a high content of acid humus and desintegrated shell-lime soils.
2. The so-called "damage by soil acidity" on cultivated peat-moss soils are up to p_H 3,0–3,5 caused by deficiency of iron which covers the symptoms of contemporarily present molybdenum deficiency during at an acidity of p_H 3,5–4,0–4,2 there is prevailing molybdenum deficiency only. Below $p_H \pm 3,5$ we got in pot cultures as well as in field experiments by an application of 100–400 kg/ha iron chelate (FeEDTA, Fetrilon BASF) combined with 4–6 kg/ha $Na_2MoO_4 \cdot (2 H_2O)$ a normal development of rye and oats and a yield corresponding with the general fertilization.
3. The symptoms of molybdenum deficiency on winter-rye, oats, cauliflower, beets, peas, carrots and lettuce are figured in colorplates and on oats and beets opposed to the symptoms of iron chlorosis.
4. To prevent the molybdenum deficiency on soils with depositions of ironstone and on cultivated peat-moss soils an application of 4 kg/ha sodiummolybdate seems to be sufficient and has a good after-effect during the following years. On desintegrated shell-lime soils and other mineral soils an application of 1 kg/ha seems to be completely sufficient preventing deficiency. To prevent an acute deficiency a spray with 0,1% sodiummolybdate and 800 l/ha = 0,8 kg/ha is very effective but an application to the soil seems more reasonable with regard to the after-effect on the following crops.

Explanation of the Color-Plates

Plate I

- Fig. 1 Symptoms of a beginning Mo-deficiency on winter-rye in April; typical the yellowing of the base of the youngest leaves.
- Fig. 2 Older leaves of oats effected by Mo-deficiency (left) and Fe-chlorosis (right) on a acid peat-moss.
- Fig. 3 Mo-deficiency on winter-rye, left healthy; right a later stage. Typical the light green color of the total leaves with whitening and withering tips (peat-moss).
- Fig. 4 Winter-rye, a more proceeded stage of Mo-deficiency on ironstone soils.

Plate II

- Fig. 5 Winter-rye, the effect of (2 kg/ha) Natriummolybdat on an ironstone soil (Emsland) two years after application; from right to left: + Mo, — Mo (middle), + Mo, — Mo etc.
- Fig. 6 Oats, stripy yellowing of the youngest leaves as an initial-stage of Mo-deficiency (ironstone soil).

Plate III

- Fig. 7–10 Several stages of Mo-deficiency on cauliflower:
- Fig. 7: Initial-stage showing a lightening of the interveinal areas.
- Fig. 8: "Klemmherz"-stage with stunted growth of the internal leaves.
- Fig. 9: The formation of side-shoots with a red-violett coloration of the youngest leaves.

- Fig. 10 The typical reduction of the lamina (whiptail); the heart is dead.
 Fig. 11 Fodder-beets on a peat-moss with p_H 3,0; left — Mo, middle 1,3 and right 2,6 mg $Na_2MoO_4 \cdot 2 H_2O$.
 Fig. 12 Fodder-beets, middle Mo-deficiency, right Fe-chlorosis.
 Fig. 13 Mo-experiment with fodder-beets on an ironstone soil (1960).
 The aftereffect of 4 kg/ha (2 kg 1957; 2 kg 1959), from the front to the back alternating: — Mo, + Mo, — Mo, + Mo etc.

Plate IV

- Fig. 14 Carrot on a peat-moss with p_H 3,0; left with Mo, right without Mo.
 Fig. 15 Carrot with Mo-deficiency on ironstone soil.
 Fig. 16 Peas on ironstone soil; left — Mo, right 12 mg $Na_2MoO_4 \cdot 2 H_2O$.
 Fig. 17 Lettuce on a peat-moss with p_H 3,0; left — Mo, right 12 mg $Na_2MoO_4 \cdot 2 H_2O$.

Literatur

1. Anderson, A. J.: Molybdenum deficiency on an South Australian ironstone soil. — J. Aust. Inst. Agr. Sci. **8**, 73–75, 1942.
2. Anderson, A. J. and Thomas, M. P.: Molybdenum and symbiotic nitrogen fixation. — Bull. **198**, Council Sci. and Ind. Research (Australia), 5–25, 1946.
3. Anke, M.: Molybdänmangel bei Luzerne in Thüringen. — Z. Landw. Versuchs- und Untersuchungsanst. **6**, 39–49, 1960.
4. Arnon, D. J. and Stout, P. R.: Molybdenum as an essential element for higher plants. — Plant Physiol. **14**, 599–602, 1939.
5. Bortels, H.: Molybdän als Katalysator bei der biologischen Stickstoffbindung. — Arch. Mikrobiol. **1**, 333–342, 1930.
6. Bortels, H.: Über die Wirkung von Molybdän- und Vanadiumdüngung auf Leguminosen. — Arch. Mikrobiol. **8**, 13, 1937.
7. Brandenburg, E. und Buhl, C.: Über das Vorkommen von Molybdänmangel bei Blumenkohl in Westdeutschland und seine Verhütung. — Z. PflKrankh. **62**, 514–528, 1955.
8. — — Zur Frage des Molybdänmangels in Westdeutschland. — Verh. IV. Internat. Pflanzenschutz-Kongr. Hamburg 1957, Bd. **I**, 153–160, 1959.
9. — — Neue Ergebnisse über Molybdänmangel an landwirtschaftlichen Kulturpflanzen. — Ergebn. landwirtsch. Forsch. H. **3**, 107–133, 1960.
10. — — und Eibner, R.: Molybdänmangel an landwirtschaftlichen Kulturpflanzen in Westdeutschland. — Kali-Briefe 3. Folge, 1960.
11. Davies, E. B.: A case of molybdenum deficiency in New Zealand. — Nature **156**, 392, 1945.
12. Henkens, Ch. H.: Onderzoek over molybdeengebrek. — Landbouvoorl. 213–217, 1957.
13. Michael, G. u. Trobisch, S.: Der Molybdänversorgungsgrad mitteldeutscher Ackerböden. — Z. PflErnähr. Düng. **93** (138), 9–18, 1961.
14. Mulder, E. G.: Importance of molybdenum in the nitrogen metabolism of microorganism and higher plants. — Plant a. Soil **1**, 94–119, 1948.
15. — — Molybdenum in relation to nitrogen fixation of leguminous. — Trans. 4th Intern. Congr. Soil Sci. Amsterdam **2**, 124–126, 1950.
16. — — Molybdenum in relation to growth of higher plants and microorganisms. — Plant a. Soil **5**, 368–415, 1954.
17. Nicholas, D. J. S.: Role of molybdenum as a constituent of nitrat reductase from soybean leaves. — Plant Physiol. **30**, 135–138, 1955.
18. — — Nason, A. and McElroy, W. D.: Molybdenum and nitrate reductase I. — J. Biol. Chem. **207**, 341–351, 1954.
19. — — and Nason, A.: Molybdenum and nitrate reductase II. — J. Biol. Chem. **207**, 353–360, 1954.
20. Partsch, G.: Molybdänmangel an Blumenkohl in Deutschland. — Diss. Gießen 1955.
21. Tostmann, R.: Über Molybdänmangel an Luzerne und Rotklee. — Diss. Gießen 1957.

Die Eisenfleckigkeit der Kartoffel

Von H. Braun, Bonn

Den Spuren der Eisenfleckigkeit bis zu ihrem ersten Auftreten in Deutschland nachzugehen, begegnet gewissen Schwierigkeiten. Für die ersten Hinweise stehen nur die Jahresberichte des Sonderausschusses für Pflanzenschutz der Deutschen Landwirtschaftsgesellschaft zur Verfügung, es sei denn, daß die Krankheit hier oder da schon in früheren Jahrgängen landwirtschaftlicher Zeitschriften erwähnt worden ist, die freilich für die Jahresberichte mitherausgezogen worden sind. Die ersten beiden sehr kurz gehaltenen für 1891 und 1892 sind in den Jahrbüchern 7 und 8 der DLG abgedruckt und enthalten über die Eisenfleckigkeit nichts. Von 1893 ab sind die Berichte als Hefte der Arbeiten der DLG erschienen. Im Bericht für 1893 sind 4 Meldungen unter der Überschrift „Braunfleckigkeit des Fleisches“ zusammengefaßt. In einem Fall wird von mehr oder weniger intensiven Rostflecken gesprochen, über die seit mehreren Jahren aus den verschiedensten Gegenden von Nord- und Mitteldeutschland geklagt wurde. Die Ursache wird als ungeklärt bezeichnet. Anscheinend handele es sich um Pilzbefall. Die Stellen rührten nicht von *Phytophthora* her; vielmehr wäre es wahrscheinlich beginnende Naß- und Trockenfäule. Der Bericht für 1894 bringt nur eine Meldung aus Holstein, daß die Sorte *Magnum bonum* seit dem vorigen Jahr braunfleckiges Fleisch zeige. Bei längerem Liegen breitete sich die Krankheit nicht aus. Organismen waren nicht zu finden. Im Bericht für 1895 sind unter der Überschrift „Buntfleckigkeit, sogenanntes Buntwerden des Fleisches der Kartoffel“ 4 Meldungen mit einigen interessanten Erläuterungen verarbeitet worden. Aus der Provinz Posen heißt es: „Die Flecke der Kartoffel erscheinen völlig isoliert im weißen Fleische ohne Zusammenhang mit der Oberfläche, meist regellos, manchmal in bogenförmigen Linien. Keine Beziehung zu den Gefäßbündeln. Die kleinen oder größeren Flecken beginnen in einer Zelle oder selbst in einer Ecke einer Zelle und bestehen im Braunwerden des Protoplasmas zwischen den unveränderten Stärkekörnern ohne jede Spur von Organismen.“ Aus dem Kreis Nieder-Barnim wird berichtet: „Die Kartoffeln sind im übrigen völlig gesund, verändern sich auch bei der Aufbewahrung in Mieten nicht im mindesten. Die braunen Stellen bleiben stationär.“ Diese letzteren Kartoffeln lieferten nach einer Notiz im Bericht für 1896 gesunde Stauden und nicht wieder buntfleckige Kartoffeln. Besonders stark war die Sorte *Magnum bonum* betroffen. Im Bericht 1897 taucht die Bezeichnung Eisenfleckigkeit auf. Hier werden neben *Magnum bonum* auch andere Sorten genannt. „Neu eingeführte Sorten, welche sich noch nicht genügend an den Boden gewöhnt haben, scheinen hierfür besonders empfänglich.“

Im selben Jahr beschreibt Frank die Krankheit in seinem „Kampfbuch gegen die Schädlinge unserer Feldfrüchte“, die er auch auf einer Farbtafel, freilich sehr unzureichend, abbildet. Nach ihm blieben bunte Kartoffeln den Winter über vollkommen haltbar; sie zeigten im Frühjahr keinen Fortschritt der schon bei der Ernte vorhanden gewesenen braunen Flecken. Die Krankheit ist nicht übertragbar; deshalb sieht Frank die Verwendung bunter Kartoffeln zur Saat als unbedenklich an. Es sei wohl daran zu denken, daß ein zu-

fälliger Einfluß des Bodens oder des Wetters die Veranlassung sei. Im Bericht 1898 besagt eine Meldung aus dem Elsaß, daß die Erscheinung bereits in früheren Jahren im Münsterland häufig beobachtet wurde. Die Sorte selbst scheine von keinerlei Einfluß auf die Erkrankung zu sein. Dagegen scheine diese während der Kellerlagerung weiteren Umfang anzunehmen. Der Bericht für 1899 bringt nicht weniger als 19 Meldungen über „Eisenflecke, Buntwerden des Kartoffelfleisches“. Aus dem Kreise Nieder-Barnim heißt es, die Erscheinung sei dort eine alte Plage. Gegenüber den bisherigen Berichten finden sich im übrigen keine wesentlichen neuen Angaben. Boden, Vorfrucht, Düngung, Witterung werden immer wieder erörtert, ohne zu klaren Vorstellungen über die Entstehung der Krankheit zu kommen. 1900 wird aus dem Kreis Bunzlau gemeldet, das Übel trete schon etwa seit 10 Jahren auf. Dieses Jahr bringt den ersten experimentellen Versuch zur ätiologischen Klärung der Krankheit, wenn man die Versuche Wehmers unberücksichtigt läßt, mit denen er die Vermutung widerlegte, *Phytophthora infestans* sei der Erreger der Braunfleckigkeit und wenn man von der Angabe Franks aus dem Jahre 1897 absieht, er habe gesunde Kartoffeln, in welche er Stückchen von eisenfleckigen eingesetzt habe, nicht bunt machen können. Jensen schreibt 1900 von vielen Versuchen, in denen er in ähnlicher Weise kleine Stückchen von den Flecken kranker Kartoffeln auf unsterile und sterile Kartoffelstückchen übertragen und letztere teils in Luft, teils in Wasser gehalten habe. Trotz 2–3monatiger Versuchsdauer seien die meisten vollständig steril geblieben. Zu diesen Versuchen war er durch den Gedanken angeregt, es könnte sich um die „kleinsten Organismen“ eines „Contagium vivum“ handeln, „wie solche ja wahrscheinlich an der Mosaikkrankheit des Tabaks, an der Maul- und Klauenseuche und an der Peripneumonie beteiligt sind.“ In späteren Vegetationsversuchen mit gesunden und eisenfleckigen Kartoffeln in sterilisierter und unsterilisierter Erde, mit zerkochten kranken Kartoffeln, geimpft und nicht geimpft, gingen sämtliche Pflanzen mit ganz wenigen Ausnahmen ein.

Ein Jahr vorher beschrieb Ritzema Bos in Holland unter den Krankheiten, „van welke mij de oorzaak onbekend bleef“, eine von ihm „kringerigheid“ oder „kranzigheid“ und „vlekkerigheid“ benannte Erkrankung der Kartoffel. Sie komme in Gelderland seit Jahren vor allem auf stark mit Stallmist gedüngten fruchtbaren Sand- und Humusböden vor, 1898 aber auch in anderen Teilen des Landes. „Op de doorsnede vertoonden de door de kwaal aangetaste aardappelen, die van buiten niets hadden wat zu kemmerkte, te midden van het normale weefsel, bruine vlekken; die een korten tijd na het doorsnijden van den aardappel iets duidelijker zichtbaar werden dan in den aanvang. Bij de meeste der mij uit de Graafschap gezonden aardappelen, hingen deze vlekken samen, en vormden zij op eenigen afstand van de schil, een' samenhangenden kring; soms hier en daar afgebroken en soms slechts op een gedeelte van het vlak van doorsnede aanwezig. Alleen deze aardappelen eigenlijk verdienden den naam van ‚kringerig‘ of ‚kranzig‘; de eerstbedoelden konden wel ‚vlekkerig‘ maar niet ‚kringerig‘ worden genoemd. Toch houd ik de beide verschijnselen voor gelijksoortig, althans voor nauw verwant.“ Die größten Knollen werden nach Auskunft von 2 Berichterstatern am stärksten befallen. Ritzema Bos kommt zu dem Schluß, daß die „kringerigheid“ keine parasitäre Krankheit ist, daß sie nicht oder wenig erblich ist und daß die Ursache auf Bodeneinflüssen beruht. „Overigens is over dit verschijnsel het laatste woord nog niet gesproken.“ Eine Identität mit der von Smith 1896 beschriebenen Bacteriose lehnt er ebenso ab wie in seinem Buch „Ziekten en Beschadi-

gingen der Landbouwgewassen“ eine solche mit der Bakterienringkrankheit. In diesem erwähnt er noch, daß die Flecken ungefähr die Farbe von Eisenrost haben, wovon sich der deutsche Name „Eisenfleckigkeit“ ableite. Von Ritzema Bos' Veröffentlichung ab, die in Holland 1903 noch von einer kurzen Mitteilung von Maier über Beziehungen zwischen Kali- und Kalkmangel zu der Kringerigheid gefolgt ist, laufen in der Literatur der nächsten Jahrzehnte ständig die Begriffe Eisenfleckigkeit und Kringerigheid nebeneinander her, von 1910 ab daneben auch eine Reihe weiterer Bezeichnungen, die immer wieder Anlaß zu mehr oder weniger ausführlichen Erörterungen gegeben haben, ob es sich um miteinander identische oder um 2 verschiedene Krankheiten handelt. Bis zum Jahre 1934 habe ich diese Entwicklung bereits früher kritisch dargestellt, wobei es mir damals darauf ankam, die Sonderstellung der Pfropfenbildung klar herauszuarbeiten. Nicht berücksichtigt sind lediglich einige mir später bekannt gewordene Mitteilungen von Atanasoff, Fruwirth und Burr, die hier noch kurz nachgetragen seien. Atanasoff sieht beide Krankheiten, für die er aus der Literatur die verschiedensten Benennungen zusammengetragen hat, als identisch an. Nach den von ihm vorgelegten Abbildungen kann es keinem Zweifel unterliegen, daß er nur mit der Kringerigheid gearbeitet hat. Fruwirth dagegen spricht betont davon, daß die Flecken auf den Schnittflächen ganz unregelmäßig verteilt und nicht ringförmig angeordnet sind. Bemerkenswert ist sein Hinweis, daß sie während des Winterlagers mehr und größer werden. Er glaubt es als erwiesen ansehen zu dürfen, daß Eisenfleckigkeit auch vererbt werden kann, wobei er die Übertragung einer Neigung zu Zellerstörungen annimmt. Burrs Mitteilung ist eine Ergänzung zu seiner 1928 veröffentlichten Arbeit, in der es sich, wie ich früher schrieb, sicherlich um keine der beiden Krankheiten handelt, vielmehr, nach Auffassung des Autors, um eine Bakteriose, die er freilich unter der Bezeichnung „sprain or internal rust spot“ beschreibt.

Kurz vor oder gleichzeitig mit meiner Veröffentlichung erschienen einige weitere Mitteilungen über die Eisenfleckigkeit. Schlumberger schließt in die Eisenfleckigkeit die Pfropfenbildung mit ein und meint, erstere sei so alt wie der Kartoffelbau selbst. „Schon in ältesten Schriften über Kartoffelbau und Kartoffelkrankheiten finden wir die Erscheinung erwähnt“. Leider gibt er keine Quellen an. In der 1846 erschienenen Schrift von Münster über „Die Krankheiten der Kartoffel“, der in einem besonderen Kapitel „die bis jetzt beobachteten Krankheiten der Kartoffeln“ bespricht, findet sich nichts, was auf die Eisenfleckigkeit hindeutet. Ihr gehäuftes Auftreten in den letzten Jahren führt Schlumberger auf die erhöhten Qualitätsansprüche, die erst die Aufmerksamkeit auf den Mangel gelenkt hätten, auf eine besondere Empfindlichkeit neuer Sorten und auf die Witterungsverhältnisse zurück. Die eigentliche Ursache seien Schädigungen der an den Stolonen sitzenden Wurzeln, die eine Stockung der Wasserzufuhr zu den jungen Knollen zur Folge hätten und die vor allem auf die physikalische Beschaffenheit des Bodens zurückzuführen seien. Daß es sich um eine Viruskrankheit handle, wie es holländische Forscher für die Kringerigheid annahmen, sei sehr unwahrscheinlich. Der Pflanzwert eisenfleckiger Knollen sei nicht gemindert, eine Übertragung auf den Nachbau fände nicht statt, die Krankheit breite sich im Winterlager nicht aus. Schlumbergers Ausführungen sind die Einleitung zu den umfangreichen Versuchen von Ehrke, über die dieser von 1935 ab berichtet hat. Reinmuth und Finkenbrink beschreiben das Bild der Eisenfleckigkeit zutreffend: „Zahlreiche, im allgemeinen wahllos im Fleisch verteilte Nekroseherde von verschied-

dener Form und Größe.“ Dann heißt es aber weiter: „Die Verteilung der Nekrosen im gesamten Fleisch schließt indessen das gelegentliche Auftreten von zusammenhängenden Nekrosekomplexen im Mark nicht aus“, ein Bild, das auch illustriert ist und es zweifelhaft erscheinen läßt, ob es sich dabei tatsächlich um die Eisenfleckigkeit handelt. Insofern kann es auch nicht überraschen, wenn die Autoren abschließend meinen: „Es wäre denkbar, daß wir es bei der vorliegenden Erscheinung doch mit einer Viruserkrankung zu tun haben, die in ihrer Entwicklung durch die Standortverhältnisse in verschiedenen starkem Maße modifiziert wird“. Meyer-Hermann wirft die Frage auf, ob Eisenfleckigkeit und Pfropfenbildung 2 verschiedene Krankheiten oder lediglich 2 verschiedene Formen derselben Krankheit sind, ohne sie freilich zu entscheiden. Auf jeden Fall handelt es sich nach seiner Überzeugung nicht um eine parasitäre Erkrankung, „sondern um eine Erscheinung, die durch Bodenverhältnisse hervorgerufen wird, die ihrerseits eine ernährungsphysiologische Störung der Kartoffel bewirken“. Den Witterungseinflüssen räumt er weitgehenden Einfluß ein, wobei noch zu klären sei, „ob lediglich die Menge der Niederschläge oder auch die Art ihrer Verteilung oder auch der Wechsel von Trockenheit und Nässe mit der Eisenfleckigkeit im Zusammenhang steht“. Die größeren Knollen waren am stärksten befallen, die kleineren meist gesund; der gleiche Unterschied zeigte sich bei später bzw. früher Ernte. Berkner spricht von der Eisenfleckigkeit in ihren verschiedenen äußeren Erscheinungen (Stippigkeit, Flecken, Pfropfenbildung). Ein organischer Erreger scheine nicht in Frage zu kommen. Die holländische Auffassung, es könne sich um eine Viruskrankheit handeln, träfe kaum zu, da aus eisenfleckigen Knollen völlig gesunde Pflanzen entstehen könnten. Der Einfluß von Knollengröße und Reifezeit wird bestätigt. Eine entscheidende Rolle wird der gestörten Wasserbilanz beigemessen, in deren Gefolge es zu Ernährungsstörungen kommt, die den normalen Ablauf der Oxydationsvorgänge verhindern. Nach Esmarch bereitet die Abgrenzung der Pfropfenkrankheit und der Eisenfleckigkeit zuweilen Schwierigkeiten, da es Zwischenformen gibt und beide gelegentlich sogar an ein und derselben Knolle vorkommen. „Wie weit man daraus auf eine nähere Verwandtschaft der beiden Krankheiten schließen darf, mag dahingestellt bleiben.“

Grieve dagegen trennt eindeutig Kringerigkeit bzw. Pfropfenbildung von Eisenfleckigkeit, deren beider Symptome er eingehend beschreibt. Für erstere, die durch „arc“ lesions charakterisiert ist, schlägt er den Namen „sprain“, für letztere mit „blotch“ lesions die Bezeichnung „internal rust“ vor. Mit dieser allein hat er sich beschäftigt, ohne daß er die vermutete bakterielle Ursache überzeugend bestätigen konnte. Smith ist offensichtlich diesem Vorschlag nicht gefolgt, da er von „sprain(g) or internal brown fleck“ spricht.

Im Jahre 1935 beginnt gleichzeitig in Italien und Deutschland die Veröffentlichung umfangreicher experimenteller Arbeiten über die Eisenfleckigkeit. Pasinetti berichtet über seine histologischen Untersuchungen, auf Grund deren er bis zur abgeschlossenen Eisenfleckigkeit 9 Stadien unterscheidet, die er im einzelnen beschreibt. 1940 kommt Gigante zu dem Schluß, daß die Eisenfleckigkeit durch das Pflanzgut übertragen wird, und zwar nicht nur durch kranke, sondern auch durch gesunde Knollen von Pflanzen, die kranke erbracht haben. Die von ihm gebrachten Bilder zeigen allerdings extreme Formen der Eisenfleckigkeit. Da eine Infektion durch Pfropfung und Saftüber-

tragung nicht gelang, lehnt Gigante (1954a) eine Virose ab. In weiteren Versuchen (1954b, 1955), in denen die Eisenfleckigkeit der Pflanzknollen ohne nennenswerten Einfluß auf die Erkrankung der Ernte blieb, kommt er zu dem Schluß, daß Wechsel von trockenem und feuchtem Wetter während Bildung und Reifung der Knollen zu ihrem Auftreten in enger Beziehung steht.

In Deutschland hat Ehrke langjährige Untersuchungen zur Frage der Eisenfleckigkeit durchgeführt. Zunächst hat er die Eisenfleckigkeit als übergeordneten Begriff gewertet, in den er neben kleinen, im Mark verteilten braunen Fleckchen und neben stark gebräunten Gewebepartien in der Umgebung der Gefäßbündel als dritte Form gebräunte, in konzentrischen Kreisen angeordnete Gewebepartien einschließt. 1938 hat er, „um ein System in die vielseitig und oft falsch gebrauchten Bezeichnungen der Krankheitserscheinungen zu bringen“, Bunt- oder Eisenfleckigkeit den Erscheinungen der Kringerigkeit und Pfpfenbildung gegenübergestellt, in der Zusammenfassung dann freilich sich selbst widersprochen, indem er zu dem Schluß kommt, daß „die Eisenfleckigkeit, ganz gleich ob sie in der zerstreuten Form oder als Kringerigkeit oder Pfpfenkrankheit auftritt, nicht auf den Nachbau übertragen wird“. Beide Krankheitsbilder werden im Winterlager nicht vermehrt. Ehrke konnte feststellen, daß „die Eisenfleckigkeit auf Böden mit charakteristischen Profilen und entsprechenden physikalischen Eigenschaften auftritt, allerdings nur in Jahren mit ganz bestimmten Witterungsbedingungen. Böden, auf denen die Eisenfleckigkeit mit Sicherheit zu erwarten ist, sind solche, bei denen unter einer schwach humosen Mutterbodenschicht von geringer Mächtigkeit ein sehr grobkörniger Kies oder ein strenger Lehm folgt.“ (1936). Größere Regenmengen im Mai, Juni sollen Trockenheit im Juli, August und abermals größere Regenfälle Ende August, September folgen. „Jegliche Erhöhung der wasserhaltenden Kraft, insbesondere eine gute Humifizierung durch Gründüngung, schränken das Auftreten der Eisenfleckigkeit ein.“ (1939). Es gelang, charakteristische Profildigramme für Böden aufzustellen, auf denen die Knollen eisenfleckig werden bzw. gesund bleiben.

1945 berichten Larson und Albert ausführlich über eine „internal necrosis (physiological brown or rust spot)“, die nicht mit Netz- oder Phloemnekrosen, Frostnekrose oder „internal mahogany browning“ verwechselt werden darf. Eine gewisse Ähnlichkeit habe sie mit der durch das yellow dwarf virus hervorgerufenen Knollennekrose. Sie könne identisch mit der vielfach beschriebenen Innennekrose sein, ohne daß freilich von ihnen der Versuch gemacht worden sei, die Identität nachzuweisen. Die Krankheit nehme mit fortschreitender Jahreszeit und abnehmender Bodenbedeckung der Knollen zu. Im Winterlager sei keine Zunahme zu beobachten gewesen, Strohmulchen reduziere sie. Die Sorten seien unterschiedlich anfällig. Diese Trennung ist 1943 in einem Zehnjahresbericht des Britischen Landwirtschaftsministeriums (Moore) als „not quite beyond dispute“ betrachtet worden, da beide Symptome hauptsächlich in Kartoffeln auf trockenen, steinigen, sandigen oder kiesigen Böden, denen es gewöhnlich an organischer Masse, Kali und Kalk fehlt, auftreten und nicht selten in derselben Knolle gefunden werden.

1949 rechnet Opitz die Eisenfleckigkeit zu den Krankheiten, deren Ursachen noch nicht geklärt sind, wenn es auch längst bekannt sei, daß es sich um keine Infektion mit irgendwelchen Parasiten handle. Nach seinen Beobachtungen ist es weniger die Nässe an sich, als vielmehr der Wechsel von Überfluß und Mangel an Feuchtigkeit, der die Krankheit hervorruft. Die Sorten

sind unterschiedlich empfindlich. Große Knollen werden stärker befallen als mittlere und kleine. Mit Ausreifen der Knollen scheint die Stärke des Auftretens nachzulassen. Mineralische Volldüngung wirkt der Krankheit entgegen.

Masurat geht in seinem 1958 erschienenen Bericht über das Auftreten der Eisenfleckigkeit in Deutschland auf Verwechslungsmöglichkeiten nicht ein, sondern unterstellt offensichtlich, daß die Diagnose ohne Schwierigkeiten eindeutig getroffen werden kann. Aus den langjährigen Angaben des Pflanzenschutzmeldedienstes leitet er ab, daß das eigentliche Schadgebiet eine besonders auffällige Übereinstimmung mit dem Gebiet der diluvialen leichten Böden Deutschlands zeigt. Für den Einfluß der Witterungsverhältnisse stützt er sich auf statistische Unterlagen für das Land Brandenburg. Die Krankheit trat jeweils stärker auf, wenn in der Hauptwachstumszeit der Kartoffelknollen extreme Schwankungen zwischen trocken-warmer und feucht-kühler Witterung herrschten. Masurat macht aber darauf aufmerksam, daß diese Angaben nur Anhaltspunkte seien und die Richtung weisen können, in der spezielle Untersuchungen durchgeführt werden müssen.

In jüngster Zeit haben Walkinshaw und Larson nachdrücklich den Unterschied zwischen „spraing“ und „sprain“ unterstrichen. „The former term has clearly been applied to those cases in which distinct arcs of necrotic tissue occurs both in the flesh and on the surface of affected tubers, while sprain-affected tubers show only internal necrosis.“ Zu ersterem gehören corky ringspot, Kringerigheid und Pfpfropfenbildung, deren Identität noch nicht ausreichend geklärt sei, zu letzterem Eisenfleckigkeit und vermutlich eine Reihe weiterer Synonyme. Dieses ist nichtparasitär, jenes virös. Diese Scheidung wird auch durch die Untersuchungen von Eibner bestätigt, deren Veröffentlichung ein Referat von Brandenburg auf der 32. Deutschen Pflanzenschutztagung unter dem Titel „Untersuchungen über die Eisenfleckigkeit-Pfropfenbildung der Kartoffel als bodengebundene Viruskrankheit“ vorausging. Darin kam dieser zu dem Schluß, daß bei dem Begriff Eisenfleckigkeit 2 ganz verschiedene Krankheitsursachen im Spiele sind, die Ratelviruskomponente mit den speziellen Symptomen der Kringerigheid und der Pfpfropfenbildung und eine physiologische Störung, die insbesondere eine mehr fleckige Verfärbung im Knollenfleisch bewirkt. Umso überraschender ist es, wenn anschließend sein Schüler Eibner in seiner Zusammenfassung schreibt, es „konnten auch in Westdeutschland an Hand zahlreicher Bodenuntersuchungen einwandfreie Beziehungen zwischen dem Ratelvirus und der ‚Eisenfleckigkeit‘ gefunden werden“. Heißt es doch im nächsten Absatz, „daß bei Verseuchungen des Bodens mit Ratelvirus stets bogen-, ring- und bandförmige Nekrosen in den Knollen auftreten, wie sie durch den Begriff Kringerigheid bzw. Pfpfropfenbildung gekennzeichnet werden.“ Und weiterhin: „Es konnte wahrscheinlich gemacht werden, daß in sehr vielen Böden neben dieser Viruskomponente ein physiologischer Ursachenkomplex vorhanden ist, der ausschließlich fleckenförmige Nekrosen innerhalb des Gefäßbündelringes der Knollen verursacht, die am besten mit den Begriffen Bunt- bzw. Eisenfleckigkeit oder Stippigkeit charakterisiert werden.“ Hier werden also beide Krankheiten sowohl symptomatologisch wie ätiologisch klar geschieden und auch mit den in Deutschland seit langem vorherrschenden und in die maßgebende Kartoffelpathologie eingegangenen Namen bezeichnet. Man kann die Warnung von Walkinshaw und Larson vor weiterer „confusion“ nur unterstreichen. Die Bezeichnung Eisenfleckigkeit ist kein übergeordneter Begriff, der die Pfpfropfenbildung einschließt, sondern Eisenfleckigkeit und Pfpfropfenbildung kennzeichnen 2 verschiedene Krankheiten.

Über unsere eigenen mehrjährigen Untersuchungen zur ersteren wird an anderer Stelle berichtet werden.

Zusammenfassung

In der vorliegenden Literaturübersicht werden in historischer Reihenfolge alle wichtigen Arbeiten über Auftreten und Symptomatik der Eisenfleckigkeit der Kartoffelknolle behandelt, beginnend mit ersten Hinweisen in den Jahresberichten der DLG 1893. Der Gedanke einer klaren Abgrenzung dieser Krankheit gegen die Pfpfropfenbildung steht dabei im Vordergrund. Die unterscheidenden Merkmale werden an Hand der vorhandenen Literatur ausführlich dargelegt. Danach handelt es sich bei der Eisenfleckigkeit um eine physiologische, vermutlich auf Störungen des Wasserhaushaltes zurückzuführende Erkrankung des Knollenfleisches, bei der Pfpfropfenbildung dagegen um eine Viruskrankheit, die auf das bodenbürtige Rattle-virus zurückgeht.

Summary

In this review of literature all important publications on occurrence and symptomatology of sprain (internal necrosis) of the potato tuber are discussed in historical sequence. Special emphasis is laid to a clear separation from spraing, which is often confused with it. The differences between both are demonstrated on the basis of the presented literature. Accordingly sprain is a physiological disease which is probably to be attributed to disorder in water supply while spraing is a virus disease caused by the soil-borne rattle virus.

Literatur

- Atanasoff, D.: Sprain or internal brown spot of potatoes. — *Phytopathology* **16**, 711–722, 1926.
- Berkner, F.: Eisenfleckigkeit bei Kartoffeln. — *Mitt. Landw. Berlin* **49**, 378 bis 380, 1934.
- Brandenburg, E., Eibner, R. und Tostmann, R.: Untersuchungen über die Eisenfleckigkeit-Pfpfropfenbildung der Kartoffel als bödengebundene Viruskrankheit. — *Mitt. Biol. Bundesanst. H.* **97**, 36–51, 1959.
- Braun, H.: Pfpfropfenbildung in der Kartoffelknolle. — *Z. PflKrankh.* **44**, 24–35, 1934.
- Burr, S.: Sprain or internal rust potato (*B. rubefaciens*). — *Ann. appl. Biol.* **18**, 521–523, 1931.
- Ehrke, G.: Eisenfleckigkeit bei Kartoffeln, Beobachtungen über den Einfluß eisenfleckigen Pflanzgutes auf den Gesundheitszustand des Kartoffelnachwuchses. — *Mitt. Landw.* **50**, 463–464, 1935.
- — — Untersuchungen über die Stoffwechselvorgänge in eisenfleckigen Kartoffeln. — *Angew. Bot.* **17**, 453–483, 1935.
- — — Die Eisenfleckigkeit der Kartoffel. — *Forsch. u. Fortschr.* **12**, 24–25, 1936.
- — — Zur Eisenfleckigkeit der Kartoffel. Wie verhalten sich eisenfleckige Knollen im Winterlager und in welchem Maße wird der Pflanzgutwert der Kartoffel herabgesetzt? — *Dtsch. Landw. Presse* **65**, 15–16, 1938.
- — — Versuche über die Ursachen der Eisenfleckigkeit der Kartoffel. — *Landw. Jahrb.* **87**, 592–593, 1939.
- Eibner, R.: Untersuchungen über die „Eisenfleckigkeit“ der Kartoffel. — *Diss. Gießen* 1959.
- Esmarch, F.: Die Eisenfleckigkeit der Kartoffeln. — *Kranke Pflanze* **12**, 7–10, 1935.
- Frank, A. B.: Kampfbuch gegen die Schädlinge unserer Feldfrüchte. — Berlin 1897.
- Fruwirth, C.: Vererbliche Eisenfleckigkeit bei Kartoffeln. — *Dtsch. Landw. Presse* **56**, 18, 1929.

- Gigante, R.: Esperienze d'orientamento sulla maculatura ferrugineadei tuberi di Patata. — Boll. Staz. Path. veg. NS **20**, 189–204, 1940.
- — Ricerche sulla transmissibilità della maculatura ferruginea dei tuberi di Patata. — Boll. Staz. Path. veg. Ser. 3, **11**, 133–148, 1954 (Rev. appl. Myc. **34**, 395, 1955).
- — Osservazioni sulla comparsa della maculatura ferruginea, nei tuberi di Patata. — Boll. Staz. Path. veg. Ser. 3, **12**, 105–113, 1954 (Rev. appl. Myc. **35**, 485, 1956).
- — Esperienze sulla maculatura ferruginea dei tuberi di Patata in Sicilia. — Boll. Staz. Path. veg. Ser. 3, **13**, 61–66, 1955 (Rev. appl. Myc. **35**, 923, 1956).
- Grieve, B. J.: Studies in bacteriosis. XX. The spraing disease of potato tubers. — Ann. appl. Biol. **21**, 233–250, 1934.
- Jensen, H.: Versuche über Bakterienkrankheiten bei Kartoffeln. — Zbl. Bakt. II. Abt. **6**, 641–648, 1900.
- Larson, R. H. und Albert, A. R.: Physiological internal necrosis of potato tubers in Wisconsin. — J. Agr. Res. **71**, 487–505, 1945.
- Masurat, G.: Zum Auftreten der Eisenfleckigkeit der Kartoffel in Deutschland. — NachrBl. dtsh. PflSchDienst, Berlin **12**, 61–72, 1958.
- Mayer, A.: Over de vermoedelijke oorzaak der „kringerigheid“ genomde ziekte der aardappels. — Landbouwkundig Tijdschr. 186–188, 1903.
- Meyer-Hermann, K.: Beobachtungen und Untersuchungen über die Eisenfleckigkeit der Kartoffel. — Fortschr. Landw. **8**, 201–205, 1933.
- Moore, W. C.: Diseases of crop plants. A ten years review (1933–1942). — Bull. Min. Agr. Lond. **126**, 1943. (Rev. appl. Myc. **23**, 88–90, 1944.)
- Münter, J.: Die Krankheiten der Kartoffeln. — Berlin 1846.
- Opitz, K.: Die Eisenfleckigkeit der Kartoffel. — Neue Mitt. Landw. **4**, 298, 1949.
- Pasinetti, L.: Ricerche istologiche sulla „maculatura ferruginosa“ (Eisenfleckigkeit) dei tuberi di Patata. — Riv. Path. veg. **25**, 185–227, 1935 (Rev. appl. Myc. **15**, 249–250, 1936).
- Reinmuth, E. und Finkenbrink, W.: Experimentelles zur Frage der Eisenfleckigkeit der Kartoffel. — Z. PflKrankh. **43**, 21–28, 1933.
- Ritzema Bos, J.: Phytopathologisch Laboratorium Willie Commelin Scholten; Verslag over de inlichtingen, gegeven in 1898. III. — Landbouwkundig Tijdschrift 117–122, 1899.
- — Ziekten en Beschadigingen der Landbouwgewassen. III. — 3. Aufl., Groningen 1913, S. 244–245.
- Schlumberger, O.: Die Eisenfleckigkeit der Kartoffel. — Kartoffel **13**, 84–85, 1933.
- Smith, E. H.: Sprain(g) or internal brown fleck potatoes. — Gard. Chron. **96**, 178–179, 1934 (Original unzugänglich).
- Walkinshaw, C. H. und Larson, R. H.: Cerky ringspot of potato. — Wisconsin Res. Bull. 217, 1959.
- Wehmer, C.: Untersuchungen über Kartoffelkrankheiten. — Zbl. Bakt. II. Abt. **3**, 646–658, 1897.
- Jahresbericht des Sonderausschusses für Pflanzenschutz. 1893. Arb. Dtsch. Landw. Ges. H. 5 Berlin 1894. — 1894, Ebendort H. 8 Berlin 1895. — 1895, Ebendort H. 19 Berlin 1896. — 1896, Ebendort H. 26 Berlin 1897. — 1897, Ebendort H. 29 Berlin 1898. — 1898, Ebendort H. 38 Berlin 1899. — 1899, Ebendort H. 50 Berlin 1900. — 1900, Ebendort H. 60 Berlin 1901.

Über den Einfluß des „Wässerns“ auf den Gaswechsel phytophthorainfizierter Kartoffelknollengewebe

Von W. H. Fuchs und G. Menke

(Aus dem Institut für Pflanzenpathologie und Pflanzenschutz
der Universität Göttingen)

Nachdem feststand, daß nicht nur die Alkohalnarkose, sondern auch der Eingriff entsprechend dosierter Fermentinhibitoren den Ablauf der die Überempfindlichkeit kennzeichnenden aperiatischen Reaktionen so verändert, daß in „resistentem“ Kartoffelknollenparenchym der Pilz ungestört wachsen kann, galt unser Interesse u. a. der Beeinflussung des Gaswechsels (Menke 1959) unter dem Einfluß solcher Hemmstoffe. Hierzu wurden Kartoffelscheibchen aus den nach der Technik von Christiansen-Weniger (1955) infizierten Knollenhälften nach der Warburgtechnik untersucht und die Ergebnisse mit entsprechenden Scheibchen aus nichtinfizierten Knollenhälften sowie aus unverändertem Knollengewebe verglichen. Es lag in der Natur der Fragestellung, daß diese Untersuchungen unmittelbar nach der Entnahme durchgeführt wurden, ohne daß die Scheibchen einer längeren Wässerung unterzogen wurden, wie dies bei stoffwechselphysiologischen Untersuchungen an Kartoffelscheibchen geschieht. Um unsere Ergebnisse mit denen anderer Autoren vergleichen zu können, wurden in zahlreichen Untersuchungsreihen der Einfluß des „Wässerns“ (15–18 Stunden im fließenden Leitungswasser von etwa 10° C) auf den Gaswechsel „ungestörter“, „unter der Nachwirkung einer Verletzung stehender“ und „phytophthorainfizierter“ Gewebe geprüft. Diese Untersuchungen wurden jeweils am 4. Tag nach der Behandlung bzw. Inokulation mit je einer gegenüber dem verwendeten *Phytophthora*-Stamm „anfälligen“ und „resistenten“ Sorte durchgeführt.

Im Mittelwert von 20, zu verschiedenen Zeitpunkten im Laufe mehrerer Monate durchgeführten Untersuchungen (Tabelle 1) mit gleichsinnigen Ergeb-

Tabelle 1. Gaswechsel von Kartoffelscheibchen (0,8 mm dick) nach verschiedener Vorbehandlung

	Sorte E			Sorte A		
	O ₂	CO ₂	RQ	O ₂	CO ₂	RQ
	Aufnahme μ 1/2 Std./100 mg	Abgabe		Aufnahme μ 1/2 Std./100 mg	Abgabe	
Frischgewebe						
NG	12,7	10,6	0,84	12,1	8,7	0,74
G	20,2	19,5	0,96	24,0	22,5	0,96
Unter Wundfläche						
NG	27,3	32,8	1,20	25,7	26,5	1,04
G	30,2	35,3	1,17	27,9	29,2	1,04
Unter infizierter Wundfläche						
NG	34,8	50,9	1,46	41,3	49,1	1,19
G	29,4	44,4	1,52	32,3	41,5	1,29

NG = nicht gewässert, G = gewässert.

nissen zeigt sich bei beiden Sorten in ähnlicher Weise ein unterschiedlicher Einfluß des „Wässerns“ auf verschieden vorbehandelte Gewebe. Bei ungestörten Geweben wird ähnlich wie von anderen Autoren (vgl. 1) sowohl vermehrte O_2 -Aufnahme, als auch CO_2 -Abgabe gefunden; der im nicht-gewässerten Gewebe verhältnismäßig niedrig liegende RQ wird aber in die Nähe des Normalwertes angehoben. Die Erhöhung des Gasumsatzes ist bei der Sorte E weniger stark ausgeprägt als bei der Sorte A, ohne daß darin ein Zusammenhang mit der unterschiedlichen Resistenz gesehen werden darf, da die Sorte A gegen andere *Phytophthora*-Rassen anfällig ist.

4 Tage nach der Verwundung ist der Gasumsatz bei nicht gewässertem Gewebe etwa verdoppelt. Das Wässern bedingt in diesem Fall eine geringere Zunahme als bei frischem Gewebe.

Sauerstoffaufnahme und Kohlensäureabgabe liegen in infiziertem Gewebe deutlich über den bei verletzten Kartoffeln gefundenen Werten, wobei die CO_2 -Abgabe die O_2 -Aufnahme beträchtlich übersteigt. Während die CO_2 -Abgabe in beiden Sorten etwa die gleichen Werte erreicht, bestehen erhebliche Unterschiede der O_2 -Aufnahme zwischen den beiden Sorten, wenn ohne Wässerung untersucht wird. Durch Wässern der Schnitte gleicht sich der Unterschied aus, im Gegensatz zu den anderen Versuchsgliedern wird hierbei der Gasumsatz deutlich vermindert.

Die hier kurz aufgezeigten Unterschiede zwischen den verschiedenen Vorbehandlungen wie zwischen den beiden Sorten werden noch deutlicher bei Betrachtung der relativen Werte. Bei Verwendung nicht gewässerter Gewebescheibchen läßt bei beiden Sorten das unter Wundeinfluß stehende Gewebe eine um 110% erhöhte Sauerstoffaufnahme bzw. um etwa 200% erhöhte CO_2 -Abgabe erkennen; bei infizierten Geweben ist die Sauerstoffaufnahme für die anfällige Sorte um 174, für die resistente um 242%, die CO_2 -Abgabe um 380 bzw. 464% erhöht; diese Differenzen sind bei Verwendung gewässerter Scheibchen wesentlich vermindert. Insbesondere ist der Unterschied zwischen unter Wundreaktion stehendem, nicht infiziertem und infiziertem Gewebe unabhängig von der Resistenzlage geringer geworden und läßt durch den Verträglichkeitsgrad von Wirt und Parasit bestimmte Unterschiede kaum erkennen, wenn man berücksichtigt, daß in der Relation die Sorte A mit einem durchschnittlich geringeren Anstieg des Gaswechsels auf traumatische Veränderungen reagierte als Sorte E. Daher dürften die Ergebnisse wohl erst endgültig interpretiert werden, wenn eine größere Zahl von Sorten in gleich großen Versuchsreihen untersucht wäre.

Sieht man in der Höhe der RQ-Werte eine gewisse Charakterisierung des Atmungsverlaufes, so läßt der Anstieg von Frischgewebe zu traumatischen beeinflusstem und infiziertem Gewebe zwar eine durch den jeweiligen Eingriff bestimmte Veränderung des Gaswechsels erkennen; es findet sich aber kein Anhaltspunkt dafür, daß der Charakter dieser Veränderungen durch Wässern der Kartoffelscheibchen entscheidend beeinflusst wird.

Die Ursachen der Erhöhung des Gasumsatzes nach Wässern von Gewebescheibchen sind noch nicht eindeutig geklärt. Daher wird hier auf eine eingehende Erörterung der Ursachen für die berichteten Unterschiede im Ausmaß dieses „Wässerungseffektes“ verzichtet. Grundsätzlich wären vor allem 2 Möglichkeiten in Betracht zu ziehen:

1. Die durch nachfolgende Infektion nicht völlig ausgeschalteten traumatischen Wirkungen könnten den Stoffaustausch der Scheibchen während des Wässerns durch induzierte Permeabilitätsänderungen behindern. Gegen diese Möglichkeit spricht allerdings die Tatsache, daß der Gaswechsel auch in solchen Geweben durch Zusatz von Inhibitoren wie von Substraten verändert wird; letztere müssen daher wohl in die Gewebe eindringen (Menke 1959).
2. Während der Wässerungsperiode werden die Stoffwechselwege in vorher unbeeinflusste Wege umgelenkt, wie dies vor allem für die Endoxydation (vgl. u. a. Laties 1959) erörtert wird. Auch Wundsetzung und Inokulation der Wundfläche bedingen quantitative und qualitative Veränderungen der „Atmung“ (vgl. auch Eberhardt 1960); dies ergibt sich aus dem im einzelnen schwer deutbaren Einfluß von Fermentinhibitoren auf den Gaswechsel (Menke 1959).

Es ist nicht unwahrscheinlich, daß diese Veränderungen wenigstens zu einem Teil ähnlicher Art sind, wie die während der Wässerung „frischer“ Gewebe ablaufenden. In diesem Fall würden die vorausgehenden Eingriffe, die während der Wässerung ablaufenden Umsteuerungen vorweg nehmen, so daß zusätzliche Wässerung keine tiefgreifende Veränderung mehr bewirken kann. Dies dürfte vor allem für die unter Wundeinfluß stehenden Gewebe gelten; die Inokulation hat, wie schon die deutliche Veränderung der RQ-Werte zeigt, tiefgreifende Umsteuerungen zur Folge, die sich im Gaswechsel auswirken. Die oben angeführten Ergebnisse legen nahe, daß durch Wässern der Scheibchen die Intensität dieser postinfektionellen Veränderungen vermindert wird. Es bedarf aber weiterer Untersuchungen, ehe konkretere Vorstellungen entwickelt werden können, deren Möglichkeiten in einem anderen Zusammenhang erörtert werden müßten.

Summary

While watering of disks of healthy tissue from potato tubers for 14 hours highly increased the gas exchange, is such an „increase in respiration“ only small in disks from underneath a surface wounded 4 days before. Watering of tissue from underneath a wounded and with *Phytophthora* infected tissue surface results in a decrease of gas exchange.

Literatur

- Laties, G. G.: Respiration and cellularwork and the regulation of the respirations rate in plants. In survey of biological progress. — (Ed. B. Glass) vol. 3, 215–299, Academic Press, New York, 1957.
- Menke, G.: Über den Gaswechsel von Kartoffelknollengewebe nach Infektion mit *Phytophthora infestans* De By. — Diss. Göttingen 1959.
- Christiansen-Weniger, E.: Versuche zur stoffwechselphysiologischen Beeinflussung der Reaktion der Kartoffelknolle auf *Phytophthora infestans*. — Phytopath. Z. 25, 153–195, 1955.
- Eberhardt, F.: Der Einfluß mechanischer Beanspruchung, Verletzung und Infektion auf die Atmung. — In Handbuch für Pflanzenphysiologie (ed. W. Ruhland) Bd. XII/2, 388–415, 1960.
- Fuchs, W. H.: Zur Biochemie parasitärer Symbiosen. — Angew. Bot. 32, 221 bis 227, 1958.

Möglichkeiten der Inaktivierung des Tabakmosaikvirus durch chemische Agentien

Von M. Klinkowski

(Institut für Phytopathologie Aschersleben der Biologischen Zentralanstalt der
Deutschen Akademie der Landwirtschaftswissenschaften zu Berlin)

Mit 2 Abbildungen

Das Problem der Inaktivierung pflanzlicher Viren hat seit fast 4 Jahrzehnten die Aufmerksamkeit auf sich gezogen. Auch heute noch können die vorliegenden Versuchsergebnisse meist nur als Einzeltatsache gewertet werden, ohne sich in ihrer Gesamtheit in einen bestimmten Rahmen einzufügen bzw. ein allgemein gültiges Prinzip erkennen zu lassen. Die Kenntnis des Mechanismus des Hemmvorganges würde uns wertvolle Aufschlüsse vermitteln. Sofern es sich hierbei um eine Inaktivierung des Virus selbst handelt, würde uns der Mechanismus des Infektionsvorganges verständlicher werden und wir würden damit Ausgangspunkte für eine mögliche Bekämpfung der Viren gewinnen. Liegt dagegen eine Änderung der Wirtsanfälligkeit vor, so würden damit die Bedingungen für die Virusvermehrung in der lebenden Zelle einer Klärung näher gerückt sein. Es war nicht das Ziel der vorliegenden Arbeit, auf diese grundsätzlichen Fragen einzugehen.

Die vorliegenden Untersuchungen befaßten sich mit dem Teilgebiet der Inaktivierung pflanzlicher Viren durch chemische Agentien. Es wurden eine Reihe von Chemikalien auf ihre Wirkung gegenüber einem Gelbstamm des Tabakmosaikvirus (TMV) geprüft.

Die Versuche wurden nach der Blatthälftenmethode durchgeführt. *Nicotiana glutinosa*-Pflanzen wurden im 5- bis 6-Blattstadium als Versuchspflanzen benutzt. Zur Infektion wurden Preßsäfte TMV-infizierter *Nicotiana tabacum* (Sorte „Sam-sun“), etwa 4–6 Wochen nach erfolgter Infektion, verwendet. Die Auszählung der Lokalläsionen fand 3 Tage nach der Infektion statt. Die virushaltigen Preßsäfte wurden gereinigt und ungereinigt verwendet. Die Reinigung wurde bis zur Entfernung des niedermolekularen Eiweißes durchgeführt. Es wurde nach der Methode von Pfankuch und Kausche (1938) gearbeitet. Der frisch gewonnene Preßsaft wurde 1 : 1 mit Wasser verdünnt, mit $\frac{1}{2}$ des Volumens Chloroform versetzt und 20 Minuten gerührt. Das Rühren erfolgte anfänglich manuell, in späteren Versuchen mit einem elektromagnetischen Rührwerk. Die Preßsäfte wurden dann $\frac{1}{2}$ Stunde bei 3500 U/min zentrifugiert. Die auf diese Art gereinigten und die ungereinigten Preßsäfte wurden in der Verdünnung 1 : 5 mit Wasser verwendet.

Die zu prüfenden Chemikalien kamen in wäßriger Lösung zur Anwendung. In Reagenzgläsern wurde der virushaltige Preßsaft mit der gleichen Menge der Chemikalienlösung zusammengebracht. Nach frühestens 4 und spätestens 16 Stunden wurde auf eine Blatthälfte abgerieben. Als Kontrolle wurde der virushaltige Preßsaft 1 : 1 mit H₂O verdünnt auf die andere Blatthälfte gebracht. In den ersten 2–3 Stunden nach der Infektion wurde für hohe Luftfeuchtigkeit gesorgt.

Insgesamt wurden 94 verschiedene Chemikalien geprüft. In einer Reihe von Fällen erfolgten beim Zusammenbringen des virushaltigen Preßsaftes mit der Chemikalie Ausfällungen. Die Ausfällung findet im extrem sauren und im extrem alkalischen Bereich, jedoch nicht im pH-Bereich 5–7 statt. Für orientierende Vorversuche wurden diese Proben vor dem Abreiben aufgeschüttelt. Unter den geprüften Chemikalien konnten einige gefunden werden, die sich als sehr wirksam erwiesen (Tabelle 1). Eine nochmalige Prüfung ergab gleichsinnige Ergebnisse.

Tabelle 1. Agentien mit starkem Hemmeffekt. Zahl der Lokalläsionen bei *Nicotiana glutinosa*

Chemikalie und Konzentration in %	Pflanze I				Pflanze II				Hemm- effekt bezogen auf TMV- Kontrolle				
	1. Blatt		2. Blatt		3. Blatt		1. Blatt			2. Blatt		3. Blatt	
	TMV + C		TMV		TMV + C		TMV			TMV + C		TMV + C	
	TMV	TMV + C	TMV	TMV	TMV	TMV + C	TMV	TMV		TMV	TMV + C	TMV	TMV + C
Ameisensäure 0,5	23	1	89	0	61	2	26	1	5	0	6	0	53 : 1
Natriumphosphat 1	32	0	25	0	45	0	107	0	93	0	6	0	absolut
Quecksilberchlorid 0,1 . .	19	0	55	0	35	0	17	0	26	0	27	0	absolut
Ferrichlorid 1	37	0	55	0	133	0	53	0	24	0	41	0	absolut
Ferrisulfat 0,5	140	0	94	0	184	0	12	0	97	0	26	0	absolut
Ferriammoniumsulfat 1 .	6	0	21	0	6	0	53	0	83	0	81	0	absolut
Kaliumpermanganat 1 . .	56	0	61	0	33	0	76	3	36	0	34	0	99 : 1
Natriumcyanid 1	32	0	53	0	158	0	7	0	14	0	13	0	absolut
Kaliumferrieyanid 1 . . .	9	0	91	0	15	0	35	0	81	0	12	0	absolut
Kaliumferrocyanid 1 . . .	120	0	38	0	19	0	19	0	5	0	27	0	absolut
Kaliumcyanid 1	287	3	52	0	99	0	64	0	13	0	13	0	176 : 1

Für die Beurteilung der Versuchsergebnisse in bezug auf phytotoxische Wirkungen durch die benutzten Chemikalien ist darauf hinzuweisen, daß hierbei der physiologische Zustand der Pflanze und der Zeitpunkt der Versuchsanstellung zu berücksichtigen sind. Ein Teil der Versuche wurde in den Monaten November und Dezember durchgeführt. Die Anzucht der Pflanzen erfolgte bei Zusatzbelichtung mit Kaltlicht. Blätter derartiger Pflanzen zeigten gelegentlich schon bei Infektion mit TMV-Preßsaft phytotoxische Schäden. In den genannten Monaten erhielt man nur bei sehr behutsamem Abreiben auswertbare Ergebnisse. Versuche, die im September und in den Frühjahrsmonaten durchgeführt wurden, erwiesen, daß die in Tabelle 1 angegebenen Konzentrationen der geprüften Chemikalien ohne erkennbare Beeinflussung der Pflanze blieben. Die Tabellen 2 und 3 geben aus mehreren Versuchsreihen eine Zusammenfassung der Werte der Hemmeffekte bezogen auf die TMV-Kontrolle. Bei Pflanzen, deren Anzucht nicht unter optimalen Bedingungen erfolgen konnte, ist der Hemmeffekt im allgemeinen geringer, die Unterschiede sind jedoch unbedeutend und ändern nichts am Gesamtbild. Die Zahl der Lokalläsionen ist errechnet aus dem Mittelwert von 3 bis 4 Blättern je Pflanze.

Aus den Tabellen 2 und 3 ist ersichtlich, daß der wirksame Konzentrationsbereich für die einzelnen Inaktivatoren unterschiedlich und eng begrenzt ist. Die untere Grenze ist durch den Anteil des wirksamen Agens gegeben und nach oben setzt die phytotoxische Wirkung auf die Blätter dem Konzentrationsbereich eine Grenze. Als besonders günstig sind Natriumphosphat, Ferri-chlorid, Ferriammoniumphosphat, Kalium- und Natriumcyanid anzusehen.

Tabelle 2. Zusammenfassung der Hemmeffekte bezogen auf TMV-Kontrolle

Konzentration in %	November/Dezember			März/April		
	Ameisen-säure	Quecksilber-chlorid	Natrium-phosphat	Ameisen-säure	Quecksilber-chlorid	Natrium-phosphat
0,05	—	2 : 1	—	—	—	—
0,1	—	4 : 1	—	10 : 1	23 : 1	3 : 1
0,25	11 : 1	total	—	—	total	—
0,5	7 : 1	—	7 : 1	19 : 1	total	35 : 1
1,0	58 : 1	—	185 : 1	91 : 1	—	total
1,5	total	—	134 : 1	—	—	total
2,0	total	—	total	—	—	total

Tabelle 3. Zusammenfassung der Hemmeffekte bezogen auf TMV-Kontrolle
(Versuchsdurchführung im März)

Konzentration in %	Ferri-chlorid	Ferri-sulfat	Ferri-ammon.-sulfat	Natrium-cyanid	Kalium-ferri-cyanid	Kalium-ferro-cyanid	Kalium-cyanid
0,1	4 : 1	6 : 1	3 : 1	83 : 1	1 : 1	3 : 1	10 : 1
0,5	total	total	total	21 : 1	7 : 1	29 : 1 ¹⁾	27 : 1
1,0	total	total ¹⁾	total	total	total ¹⁾	total ¹⁾	176 : 1

¹⁾ phytotoxische Schäden, keine Flächennekrosen.

Weitere Versuche galten der Klärung der Frage, welche Einwirkungs-dauer der Chemikalien auf den TMV-Preßsaft erforderlich ist, um eine Inakti-vierung zu erzielen. Die Untersuchungen wurden in den Monaten November/

Dezember und im März durchgeführt. In 2 Versuchsreihen wurde 1 bzw. 16 Std. nach dem Zusammengießen die Einreibung der *Nicotiana glutinosa*-Blätter vorgenommen. Es konnten hierbei keine Unterschiede einer verschiedenen langen Einwirkungsdauer der Chemikalien auf die TMV-haltigen Preßsäfte nachgewiesen werden. Auch wenn die Infektion sofort nach dem Zusammengießen erfolgt, trat kein Unterschied zur 16stündigen Einwirkungsdauer in Erscheinung.

Neben *Nicotiana glutinosa* wurde *N. tabacum* (Sorte „Samsun“) in die Untersuchungen einbezogen. Es wurden je Versuchsreihe 6 Pflanzen im 5- bis 6-Blattstadium verwendet. Je 2 voll entwickelte Blätter wurden mit dem Preßsaft-Inaktivator-Gemisch infiziert. Die inokulierten Blätter wurden eine Stunde nach dem Abreiben gründlich mit Wasser abgespült, um alle Spuren anhaftender Infektionslösung zu entfernen. In bestimmten Zeitabständen (2, 4, 6, 8, 24, 48, 72 und 96 Stunden) wurden mit einem Korkbohrer (\varnothing 0,6 cm) von jedem eingeriebenen Blatt an 2 Stellen aus der Blattspreite Blattstücke ausgestanzt. Die Entnahme des Blattmaterials wurde so eingerichtet, daß von jeder Versuchsreihe ein Durchschnitt von allen Teilen der Blätter vorhanden war. Das Stanzstück wurde jeweils gewogen und nach dem Zerkleinern mit dem 10fachen Gewicht Wasser verdünnt. Der verdünnte Preßsaft wurde auf *Nicotiana glutinosa* getestet. Geprüft wurden Natriumphosphat, Natrium- und Kaliumcyanid. Die beiden erstgenannten Chemikalien reagierten bis zur Dauer von 96 Stunden negativ, während bei Kaliumcyanid nach 72 Stunden Nekrosen nachweisbar waren. Nach 4 Wochen wurde von allen Pflanzen von den Folgeblättern auf *Nicotiana glutinosa* abgerieben. Die Werte der ausgezählten Nekrosen entsprechen der Gesamtzahl von je 6 ausgezählten Blättern. Das Ergebnis ist aus Tabelle 4 zu entnehmen.

Tabelle 4. *Nicotiana glutinosa*-Test eines Inaktivierungsversuches nach einer Versuchsdauer von 4 Wochen (Versuchsmonat: April)

Chemikalie 1%	Nekrosen von je 6 Blättern					Durchschn.- Werte der Nekrosen bezogen auf eine Pflanze
	1. Pflz.	2. Pflz.	3. Pflz.	4. Pflz.	5. Pflz.	
Natriumphosphat .	0	0	0	0	0	0
Natriumcyanid . .	168	213	140	169	171	172
Kaliumcyanid . .	204	862	148	86	151	290
TMV-Kontrolle . .	481	300	305	256	542	377

Aus diesem Versuch ist eindeutig die spezifische Wirkung des Natriumphosphates zu erkennen (siehe auch Abb. 1). Bei den beiden anderen Chemikalien ist nur die Tendenz einer Hemmung der Vermehrungsgeschwindigkeit des Virus zu verzeichnen. Die Versuche wurden im Monat Juni wiederholt, wobei Außentemperaturen von 25 bis 30° C bei 10–14stündiger Sonnenscheindauer gemessen wurden. Der *Glutinosa*-Test wurde von jeweils 10 Pflanzen durchgeführt. Die Ergebnisse sind in Tabelle 5 wiedergegeben.

Die Werte der Tabelle 5 lassen erkennen, daß auch hier das Natriumphosphat überlegen ist. Andererseits wird erkennbar, daß der im April erzielte totale Hemmeffekt nicht allein von der inaktivierenden Wirkung des Natriumphosphates abhängt, sondern auch von anderen Faktoren gesteuert wird. Es wurden daraufhin Untersuchungen mit variierten Temperaturen angestellt.

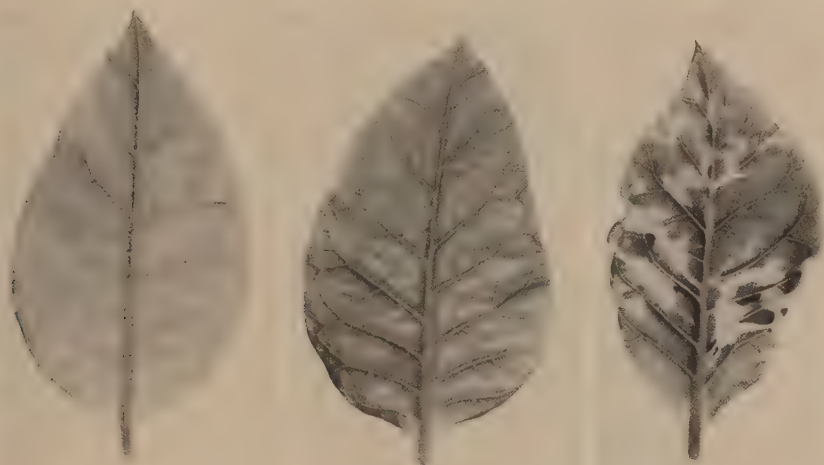


Abb. 1. TMV-Symptome nach Inaktivierung, von links nach rechts: TMV + Natriumphosphat, TMV + Natriumcyanid, TMV-Kontrolle.

Tabelle 5. *Nicotiana glutinosa*-Test eines Inaktivierungsversuches nach einer Versuchsdauer von 4 Wochen (Versuchsmonat: Juni)

Chemikalie 1%	Nekrosen von je 6 Blättern Probenahme nach der Infektion in Std.					Gesamtzahl der Nekrosen
	24	48	72	96	144	
Natriumphosphat .	0	14	3	98	684	799
Natriumcyanid . .	0	66	157	315	1104	1642
Kaliumcyanid . .	0	90	389	497	950	1926
TMV-Kontrolle . .	2	402	425	377	1133	2339

Als Inaktivator fand Natriumphosphat in 1%iger Konzentration Verwendung. Der eine Teil der Pflanzen wurde zusammen mit TMV-Kontrollpflanzen bei 30° C in einer Wärmehalle aufgestellt, die restlichen Pflanzen wurden in einem Gewächshaus bei einer Durchschnittstemperatur von annähernd 20° C gehalten. Für eine kurze Zeit stieg dort die Temperatur auf 26–27° C an, in den Nachtstunden sank die Temperatur gelegentlich bis auf 13–14° C herab. In Tabelle 6 ist die Anzahl der Nekrosen des *Glutinosa*-Testes von je 5 ausgezählten Blättern angegeben.

Tabelle 6. *Nicotiana glutinosa*-Test nach TMV-Inaktivierung mit Natriumphosphat bei unterschiedlichen Temperaturen (Versuchsmonat: Juli)

Probeentnahme nach der Infek- tion in Tagen	Zahl der Lokalläsionen			
	bei etwa 20° C		bei 30° C	
	Natrium- phosphat 1%	TMV- Kontrolle	Natrium- phosphat 1%	TMV- Kontrolle
2	0	18	0	170
3	0	116	1	508
4	0	323	6	320
6	0	269	2	170
9	0	790	169	811

Die Temperaturbeeinflussung des Inaktivierungseffektes ist klar erkennbar. Sie tritt in den ersten Tagen nach der Infektion sinnfällig in Erscheinung. Das anfänglich inaktiviert erscheinende Virus bleibt jedoch vermehrungsfähig und hat in der Regel, wie diesbezügliche Untersuchungen auswiesen, 28 Tage nach erfolgter Infektion seine volle Aktivität erreicht.

Erwähnt sei, daß die Wirkung von Natriumphosphat auf TMV nicht nur an Hand der beschriebenen Testmethode feststellbar war, sondern auch im Habitus der Pflanzen sich bemerkbar machte. Die TMV-Kontrollen blieben im

Tabelle 7. Wirkung der Inaktivierung mit Natriumphosphat auf das Pflanzenwachstum von *Nicotiana tabacum* (Sorte „Samsun“)
(Durchschnittswerte von je 10 Pflanzen)

Versuch	Länge der Pflanzen in cm			Gewicht der Pflanzen in g		
	Natriumphosphat		TMV-Kontrolle	Natriumphosphat		TMV-Kontrolle
	1%	2%		1%	2%	
1	27,5	37,0	21,8	10,8	10,2	7,1
2	34,9	37,8	19,0	15,6	16,3	7,2
3	48,8	37,7	14,5	16,1	19,2	6,9

Wuchs zurück, während die mit Natriumphosphat + TMV behandelten Pflanzen eine als normal anzusehende Entwicklung aufwiesen. Längenmessungen und Gewichtsbestimmungen, die aus Tabelle 7 zu entnehmen sind, mögen als Anhaltspunkt hierfür dienen.

Orientierende Untersuchungen wurden mit der Fragestellung durchgeführt, ob es möglich ist, durch direkte Behandlung von Tabakpflanzen (Sorte „Samsun“) mit inaktivierenden Chemikalien eine Hemmung auf die Virusausbreitung in der Pflanze auszuüben. In einer Versuchsreihe wurden Blätter von je 5 Pflanzen mit Lösungen (1 und 2%) von Natriumphosphat bzw. Natrium- oder Kaliumcyanid besprüht. Die Pflanzen wurden im 4-Blattstadium an 3 aufeinander folgenden Tagen kräftig besprüht und nach weiteren 3 Tagen mit TMV-haltigem Preßsaft (verdünnt 1 : 5) abgerieben. In einer zweiten Versuchsreihe wurden die Pflanzen, einen Tag nach der Infektion beginnend, 3mal besprüht. Bei allen Pflanzen beider Versuchsreihen waren nach 18 Tagen typische TMV-Symptome festzustellen. Ebenfalls negativ verliefen Versuche mit 1%igen Lösungen von Ferrichlorid, Ferrisulfat und Ferriammoniumsulfat, ein Gleiches gilt für Gießversuche.

In Fortführung der Versuche wurde nach anderen Möglichkeiten gesucht, das Virus in der Pflanze selbst anzugreifen. Es wurde zunächst nach folgender Versuchsanordnung gearbeitet: Etwa 2 mm dicke Wasser-Agar-Filme wurden auf Glasplatten aufgetragen. Dem Wasser-Agar wurde als Inaktivator Natriumphosphat (1%) zugesetzt. Pflanzen von *Nicotiana glutinosa* wurden auf den Blattunterseiten nach der Blatthälftenmethode mit diesen Agar-Filmen belegt. Eine Blatthälfte wurde mit Wasser-Agar + Natriumphosphat, die andere lediglich mit Wasser-Agar als Kontrolle beschickt. Der Agar haftet gut auf den Blättern, wenn die Pflanze mit dem Topf nach oben aufgestellt wird (Abb. 2 A). Nach 24 Stunden wurden die Blattoberseiten mit TMV infiziert. Nach 3 Tagen konnten die Lokalläsionen ausgezählt werden. Eine Hemmwirkung war nicht feststellbar. In weiteren Versuchsreihen wurde abgekühlter Agar mit einem Pinsel auf die Blattunterseite aufgetragen, wobei mit verschiedenen Konzentrationen von Natriumphosphat gearbeitet wurde. Von jeder Konzentrationsstufe wurden 6 Blätter mit den dazugehörigen Wasserkontrollen abgerieben. Auch hier-

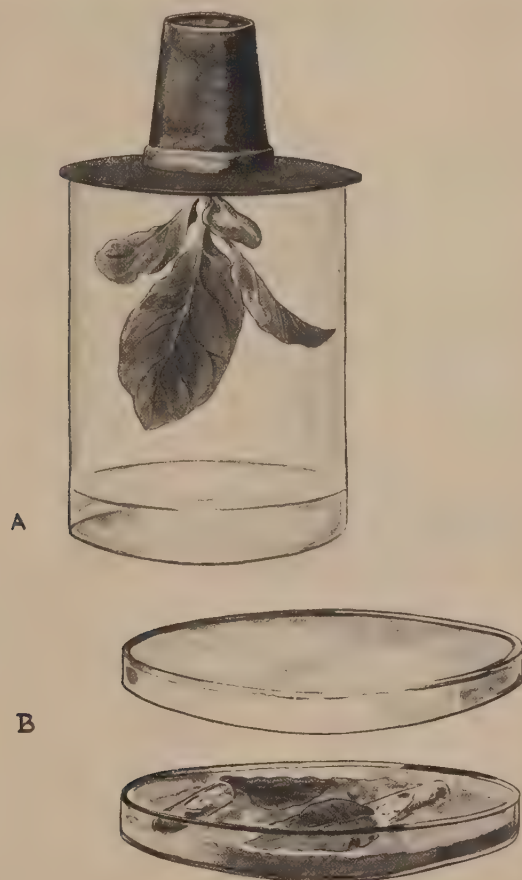


Abb. 2. Versuchsanordnung zur Inaktivierung des TMV in der Pflanze (nähere Erläuterung siehe im Text).

bei war ein Hemmeffekt nicht nachweisbar. In einem weiteren Versuch wurde mit abgeschnittenen Blättern experimentiert. Die Blattstiele wurden mit Watte umwickelt und in wassergefüllte Präparatengläschen gebracht. Die Blätter selbst wurden in feuchten Petrischalen aufbewahrt (Abb. 2 B). Die sonstige Versuchsanordnung entsprach der Pinselmethode. Die Versuchsauswertung erfolgte nach 3 Tagen. In Tabelle 8 sind die Werte von jeweils 6 Blättern zusammengefaßt.

Tabelle 8. Hemmeffekt von Natriumphosphat bei abgeschnittenen Blättern

Natriumphosphat in %	TMV + Inaktivator	TMV- Kontrolle	pH
0,25	344	462	8,1
0,5	309	327	8,1
0,6	166	373	8,2
0,7	262	493	8,3
0,8	200	511	8,4
0,9	129	407	8,4
1,0	199	650	8,7

Der Hemmeffekt ist nicht sonderlich groß, nimmt jedoch mit steigender Konzentration zu. Von einer Konzentration von 0,8% Natriumphosphat an wird der Agar nicht mehr fest, haftet aber noch gut an den Blättern.

Zusammenfassung

1. Es wurden eine Reihe von Chemikalien auf ihre inaktivierende Wirkung gegen das TMV-Virus geprüft. Hierbei erwies sich insbesondere Natriumphosphat als wirksam.
2. Es wurde die Abhängigkeit des Hemmeffektes von Außenbedingungen untersucht. Temperaturen im Bereich von 30° C sind in der Lage, die inaktivierende Wirkung des Natriumphosphates herabzumindern bzw. auszuschalten.
3. Sprüh- und Gießversuche mit inaktivierenden Chemikalien ergaben keinen Hemmeffekt.
4. Die Applikation inaktivierender Agentien durch Diffusion in die Blattspreite führte zu keiner nennenswerten Beeinflussung des TMV.

Literatur

Pfankuch, E. und Kausche, G. A.: Über Darstellung, Eigenschaften und quantitative Bestimmung von Tabakmosaik-Virus und Kartoffel-X-Virus und ihre physikochemische Differenzierung. — Biochem. Z. **299**, 334–345, 1938.

Einige Beobachtungen über die Fichtenspinnmilbe (*Oligonychus ununguis* Jac.) als Schädling an Zierkoniferen

Von Eckart Meyer

(Aus dem Institut für Pflanzenkrankheiten und Pflanzenschutz
der Technischen Hochschule Hannover)

Mit 2 Abbildungen

Bereits früher wurde in dieser Zeitschrift die Fichtenspinnmilbe *Oligonychus ununguis* Jac. als Schädling an Zierkoniferen im Oldenburgischen Baumschulgebiet genannt (3). Mehrjährige Untersuchungen¹⁾, die allgemein die Gewinnung eines Überblicks über die tierischen Schädlinge in diesem wichtigen Anzuchtgebiet von Zierkoniferen und Moorbeetpflanzen zum Ziel hatten, waren der Anlaß, ihrem Auftreten besondere Aufmerksamkeit zu schenken.

In dem Beobachtungsgebiet²⁾, das in der Hauptsache die sogenannte Oldenburgische Geest (Ammerland) umfaßt, finden sich heute etwa 50 größere

¹⁾ In den Jahren 1956–1959 wurden die Arbeiten von dem Herrn Niedersächsischen Minister für Ernährung, Landwirtschaft und Forsten durch Bezahlung einer wissenschaftlichen Hilfskraft sowie durch Sachmittel unterstützt. Für die Hilfe wird auch an dieser Stelle ein Dank ausgesprochen.

²⁾ Für die Arbeiten war der Sachbearbeiter (Dipl. rer. hort. R. Hellerich) während der Vegetationszeit der Jahre 1956–1958 in Bad Zwischenahn stationiert, wo ihm durch die Firma Bruns, Bad Zwischenahn, ein ständiger Arbeitsraum zur Verfügung gestellt war. In der Anlage wurde auch ein mit Gaze bezogenes einfaches Freilandinsektarium für Zuchtversuche aufgestellt. Auch den Inhabern der Firma, den Herren Erich und Willi Bruns, wird für die Unterstützung der Arbeit gedankt.

Gehölzbaumschulen, zu denen noch etwa 30 kleinere Betriebe und an die 100 Nebenerwerbsanlagen hinzukommen. Die Baumschulen sind gehäuft in dem sehr waldreichen Gebiet zwischen der Stadt Oldenburg im Osten und Westerstede im Westen in einem Streifen, der südwärts durch den Küstenkanal und die ihn begleitenden Moorflächen begrenzt ist.

Nach Norden erstrecken sich einzelne Anlagen bis an die Grenze der Seemarsch. Westlich von Westerstede liegt noch eine geringere Anzahl von Betrieben bis zur deutsch-holländischen Grenze. Die älteren Baumschulen stehen meist auf leichten, teils sandigen, teils anmoorigen, überwiegend sauren Böden, neuerdings dehnt sich der Anbau auf kultiviertem Hochmoor aus. Diese Bodenbeschaffenheit begünstigt zusammen mit den noch zu besprechenden Klimaverhältnissen die Anzucht immergrüner Ziergehölze, von denen außer den hier allein interessierenden Zierkoniferen sogenannte Moorbeetpflanzen (vor allem Rhododendron) hervorzuheben sind.

Im Zentrum des Baumschulgebietes bedingen Waldreichtum und Meeresnähe ein kühles, aber sehr ausgeglichenes Klima. Die Niederschläge liegen zwischen 650 und 700 mm, sie sind mit einem schwach ausgeprägten Minimum in den Frühjahrsmonaten ziemlich gleichmäßig über das ganze Jahr verteilt. Längere regenlose Perioden werden in ihrer Auswirkung eingeschränkt durch hohe Luftfeuchtigkeit. Extreme Wintertemperaturen sind selten, so daß auch in dieser Hinsicht empfindliche Arten mit Erfolg kultiviert werden können. Nicht unerheblich sind allerdings Schäden durch Strahlungsfröste, die vor allem auf Hochmoorflächen bis Mitte Juni zu fürchten sind.

Unter den in den Baumschulen angebauten Koniferen sind an erster Stelle Cupressaceen mit den wichtigsten Gattungen *Juniperus*, *Chamaecyparis* und *Thuja* zu nennen, die zum Teil in einer großen Formenmannigfaltigkeit (Arten und Spielarten) auf den Markt gelangen. Bei den Pinaceen sind neben dem gleichfalls sehr reichen Angebot der Gattungen *Picea* und *Abies* die bevorzugte Anpflanzung von *Picea sitchensis* Carr. (Sitkafichte) als Windschutz und die Kultur von *P. pungens* Engelm. *glauca* (Blaufichte) zur Gewinnung von Schnittgrün hervorzuheben. Größere Flächen nimmt weiterhin die serbische Fichte *P. omorika* Purkyne (Omorika) ein, die ebenso wie die Sitkafichte neben der einheimischen Fichte *P. excelsa* Link. auch in Waldbeständen anzutreffen ist. Geringere Bedeutung haben die *Pinus*-Arten sowie Taxodiaceen (*Taxodium*, *Sequoia* u. a.), von denen allerdings die erst vor reichlich einem Jahrzehnt nach Europa gelangte *Metasequoia glyptostroboides* Cheng, et Hu. gerade in den letzten Jahren in größerem Umfange herangezogen worden ist. Abgesehen von den erwähnten Ausnahmen erfolgt der Anbau der einzelnen Arten bzw. Formen entsprechend der Größe des Sortiments in relativ kleinen Einzelbeständen, die in Form langgestreckter Beete meist zu mehreren nebeneinander stehen. Neben der Anzucht von Jungware sind einige größere Baumschulen bemüht, repräsentative Einzelpflanzen (sogenannte Solitärs) heranzuziehen, die durch wiederholtes Umpflanzen ein dichtes Wurzelwerk behalten, so daß selbst ältere Exemplare noch ohne wesentliche Schädigung verpflanzt werden können.

Die Anzucht von Ziergehölzen hat im Zusammenhang mit der sehr regen Bautätigkeit in den letzten Jahren eine erhebliche Ausweitung erfahren. Trotzdem sind große zusammenhängende Baumschulflächen, wie wir sie im Holsteiner Baumschulgebiet finden, relativ selten, vielmehr finden sich überwiegend mittelgroße und kleinere Anlagen in der Mehrzahl in unmittelbarer Waldnähe. Spezialkulturen (vor allem Rhododendron) werden direkt unter dem Schirm ausgelichteter Kiefernbestände herangezogen. Verbreitet ist Unterteilung der Gesamtanlage durch Windschutzpflanzungen, u. a. Sitkafichte, Blaufichte (gleichzeitige Schnittgrüngewinnung) und Omorika, während die in Holstein für diesen Zweck bevorzugte Thujahecke nur in wenigen Baumschulen anzutreffen ist.

Das Verbreitungsgebiet der Fichtenspinnmilbe *O. ununguis* erstreckt sich über die nördliche gemäßigte Zone, darüber hinaus ist sie nach Neuseeland eingeschleppt worden (2). Sie tritt als Forstschädling in Kämpfen und Neuaufforstungen in Mittel- und Nordeuropa ziemlich allgemein auf. Die eigenen Beobachtungen wurden allein auf die Baumschulen und vergleichbare Bestände, z. B. in Parks usw., beschränkt. Im Ammerland war *O. ununguis* in

allen Beobachtungsjahren (1956–1960) praktisch in jedem Koniferenquartier anzutreffen. Weiterhin trat sie aber auch an Einzelpflanzen auf Friedhöfen, in Parks und Privatgärten stellenweise stark schädigend auf.

Die schwersten Schäden entstanden in Beständen von *Picea glauca* Voss *conica* (Zuckerhutfichte) sowie an Zwergformen von *P. excelsa* Link. (*nidiformis*, *pygmaea* u. a.). Sehr schwerer Befall, der auch wirtschaftlich erheblich ins Gewicht fällt, fand sich weiterhin an Blaufichten u. a. auch an den zur Schnittgrüngewinnung benutzten Beständen. Die Sitkafichte wurde sowohl als Jungpflanze als auch in den Windschutzanlagen äußerst stark von der Spinnmilbe befallen. Sie litt aber im allgemeinen weniger als die vorgenannten Arten. Schwächerer Befall wurde auch bei *P. omorica* Purkyne angetroffen. Von den Cupressaceen wurden *Juniperus sabina* L. *tamariscifolia* und *J. chinensis* L. Blaauws Varietät bevorzugt besiedelt und zum Teil schwer geschädigt. Mäßiger bis mittelstarker Befall fand sich an *J. sabina* L. *mas*, *J. sab. cupressifolia*, *J. chinensis* L. *pfitzeriana*, *J. chin. japonica*, *J. chin. japonica aurea*, seltener auch *J. squamata* Buch u. Ham. *meyeri*, ferner an *Chamaecyparis obtusa* Endl. *nana gracilis* und verschiedenen Formen von *Chamaecyparis lawsoniana* Parl. Bei der zuletzt genannten Art wurde allerdings in einem Falle äußerst schwere Schädigung einer Einzelpflanze (*Ch. lawsoniana* Parl. *ellwoodi*) innerhalb eines größeren einheitlichen Bestandes festgestellt. Zahlreiche weitere Arten und Formen der Gattungen *Juniperus* und *Chamaecyparis* wurden nur vereinzelt befallen, und zwar fast nur in unmittelbarer Nachbarschaft der oben genannten Hauptwirtspflanzen. Es dürfte sich hier in der Hauptsache um eine kurzfristige Ansiedlung nach passiver Verschleppung gehandelt haben.

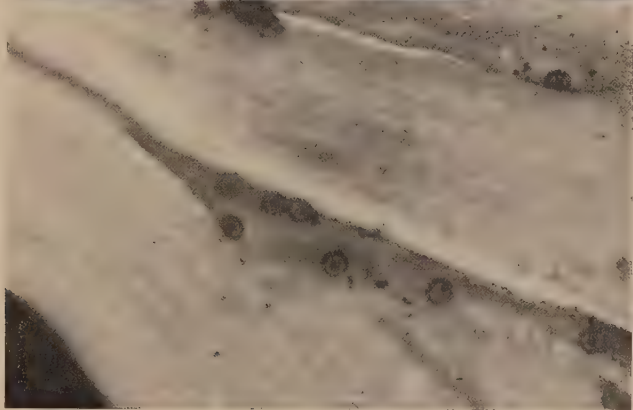
Das Schadbild von *O. ununguis* entspricht dem von anderen Spinnmilben bekannten. Die Saugtätigkeit der einzelnen Milbe verursacht anfangs kaum stecknadelkopfgroße Aufhellungen, die aber bei länger dauerndem oder massenhaften Befall sehr bald zu größeren, unregelmäßig begrenzten Flecken zusammenfließen. Diese finden sich bei den *Picea*-Arten bevorzugt auf der Nadeloberseite, niemals in unmittelbarer Nähe der Stomata. Bei den Cupressaceen werden dagegen alle Teile der Nadeln gleichmäßig besogen. Schließlich verfärben sich die Nadeln im ganzen rötlichbraun und sterben ab. Befallene Triebe sind von einem feinen, lockeren Gespinst überzogen, in dem meist noch zahlreiche abgestreifte Milbenhäute hängen (Abb. 1). Stark geschädigte Pflanzen sind schon aus erheblicher Entfernung an der Verfärbung und unter Umständen Nadelfall zu erkennen (besonders auffällig bei Blaufichte und Zuckerhutfichte). Der stärkste Befall ist bei allen Wirtspflanzen an der Südseite und in Bodennähe anzutreffen. Dementsprechend leiden auch Jungpflanzen bis zu 30 cm Höhe am stärksten. Bei Blaufichten-, Schnittgrünanlagen sowie Sitka-Windschutzhecken ist das Auftreten von Milbenschäden fast immer auf die tiefsten Zweige bis etwa 2 m über dem Boden beschränkt.

In Übereinstimmung mit früheren Beobachtungen (1) über den Entwicklungsablauf der Fichtenspinnmilbe wurde auch im Oldenburger Baumschulgebiet ausschließlich Überwinterung im Eistadium festgestellt. Aus den an der Rinde und den Knospen bzw. an der Nadelbasis benadelter Triebteile abgelegten Wintereiern (Abb. 2) schlüpften die Junglarven in allen Jahren in der zweiten April-Hälfte bzw. Anfang Mai. Etwa 3 Wochen später wurden die ersten Imagines und weitere 10 Tage darauf Sommerer gefunden. Von diesem Zeitpunkt an waren während des ganzen Sommers Milben aller Stadien einschließlich der Eier in wechselnder Menge nebeneinander anzutreffen. Wintereier wurden wieder von der zweiten August-Hälfte an beobachtet,

Abb. 1. Durch *O. ununguis* befallene Nadeln von *P. glauca conica* mit Gespinsten und Milbenhäuten.



Abb. 2. Wintereier von *O. ununguis* auf Nadeln von *Ch. lawsoniana*.



doch zog sich die Eiablage bis gegen Ende November hin. Einzelne lebende Imagines waren 1957 sogar noch Anfang Dezember vorhanden. Die umstehende Tabelle 1 gibt für *Picea glauca* Voss *conica* eine Übersicht über das Populationsgeschehen innerhalb eines Jahres (1957). Sie bezieht sich auf Beobachtungen an eingetopften Pflanzen im Freilandinsektarium. Beobachtungen am natürlichen Fundort bestätigten im wesentlichen die in der Tabelle wiedergegebenen Befunde, jedoch waren die Schwankungen der Populationsdichte stärker.

Die Tabelle zeigt, daß während der Sommermonate praktisch immer alle Stadien mit Ausnahme der Wintereier nebeneinander vertreten sind. Eine Abgrenzung einzelner Generationen ist demnach nach der Auffindung der ersten Sommereier, die die Vollendung der ersten Generation anzeigt, auf Grund der Auszählungen nicht mehr möglich. 1957 wurden deshalb frisch aus Wintereiern geschlüpfte Larven von *O. ununguis* auf unbefallenen *P. glauca* Voss *conica*-Trieben isoliert und ihre weitere Entwicklung beobachtet. Durch regelmäßige Auszählung und Trennung der einzelnen Stadien konnte in beiden Jahren das Vorhandensein von maximal 5 Generationen festgestellt werden. Wintereier wurden vereinzelt allerdings bereits von Tieren der 4. Generation abgelegt.

Tabelle I. Beobachtungen über die Populationsentwicklung von *Oligonychus ununguis* Jac. auf *Picea glauca conica* 1957, Freilandinsektarium Bad Zwischenahn, Auszählung des Milbenbesatzes von je 10 Trieben

Monatsdekaden	Winterei	Larve	Ruhestand I	Protohymphe	Ruhestand II	Deutohymphe	Ruhestand III	Imago	Sommerei
15. erste Larven beobachtet									
April	469	106	86	23	8	6	1	8,5	80
Mai	167	32	59	45	51,5	32,5	18,5	117,5	137
	30	7	13	17	36	57	73,5	65	204
Juni		49,5	29	21	12	5,5	2	37,5	284
		21	21,5	12,5	6	1,5	4	23	219,3
		95,5	70	25,5	10,5	3	21	143,7	576
Juli		100	71,3	103,3	136,3	51,5	35,5	167,5	1043
		39	58	77	121	31,3	24,3	118	167,3
August		38,3	32,3	102,3	35,7	32,7	49	27	25
		40,7	52	41,7	29,7	37	25	30	125,5
September	9,3	24	30,7	18	31,5	54,7	18,7	17,5	534,7
	39	3,5	15	26	29,3	42	37,5	52,7	218,5
Oktober	136	0,7	6	15,7	35,5	27,3	23,7	22,5	
	141,5		3,5	14	33,5	22,5	19,5	11	
November	324	0,3	0,6	7,3	4	13,7	8,5	9	
	536,5	1,5		2,5	4,5	3,5	2	4	
Dezember	246,3	0,3	2	1,7	1,7		0,3	0,6	
	450			0,5			0,5	0,3	
	396,7								
	310,5								
	354,7								
	92								

Wie bereits erwähnt, ist die Koniferen-Spinnmilbe im Ammerland in allen Jahren in beträchtlicher Stärke aufgetreten. Da in diese Zeit Jahre mit extrem voneinander abweichenden Witterungsverhältnissen fielen, kann mit Sicherheit angenommen werden, daß sie für das dortige Gebiet einen Dauerschädling darstellt, der allenfalls kurzfristig durch extreme Witterungsverhältnisse zurückgedrängt werden kann. Dementsprechend hat sich auch in den Baumschulen die regelmäßige Spritzung mit systemischen Insektiziden kurz nach dem Verlassen der Wintereier allgemein durchgesetzt. Es hat sich als zweckmäßig erwiesen, die erste Behandlung Anfang Mai d. h. so zeitig anzusetzen, daß mit Sicherheit noch keine Sommereier abgelegt sind und sie spätestens nach Ablauf von 2 Wochen einmal zu wiederholen, um auch die letzten aus den Wintereiern noch schlüpfenden Tiere zu erfassen. Bei richtiger Terminbestimmung, die in den Beobachtungsjahren durch laufende Freilandbeobachtungen vorgenommen wurde, erübrigten sich in den meisten Fällen weitere Spritzungen im Laufe des Sommers. Starker Neubefall trotz einwandfreier Bekämpfungsmaßnahmen wurde allerdings beobachtet in der Nachbarschaft unbehandelter Bestände. Vor allen Dingen erwiesen sich die durchweg stark befallenen Windschutzpflanzungen der Sitkafichte als ein Reservoir, von dem aus häufig eine Neuverseuchung eintrat.

Summary

Occurrence and life cycle of the spruce mite *Oligonychus ununguis* Jac. in nurseries of ornamental conifers in the North-West of Germany are described.

Literatur

1. Brammanis, L.: Zur Kenntnis des Vorkommens und der Bekämpfung der Nadelholzmilbe *Paratetranychus ununguis* (Jac.). — Z. angew. Ent. **41**, 159 bis 171, 1957.
2. Kruehl, W.: Auftreten und Bedeutung der Spinnmilben in der Forstwirtschaft. — Tagungsber. Dtsch. Akad. Landwirtschaftswiss. Nr. 17, 39–51, 1957.
3. Meyer, E. und Hellerich, R.: Beobachtungen über schädliche Rhynchoten und Acariden an Moorbeetpflanzen im nordwestdeutschen Küstengebiet. — Z. PflKrankh. **64**, 514–520, 1957.

Der Fliederblattrüßler wandert nach Westen

Von H. Richter

(Biologische Bundesanstalt, Berlin-Dahlem)

Mit 4 Abbildungen

Etwa vom Jahre 1946 an konnten im Stadtgebiet von Berlin, anfangs nur sehr vereinzelt, an Flieder und Liguster eigenartige, sehr charakteristische Blattschäden (Abb. 2 u. 3) beobachtet werden, die auf Rüsselkäferfraß hindeuteten. Es war zu vermuten, daß es sich entweder um Befall durch *Otiorynchus rotundatus* Sieb. oder *O. crataegi* Germ. handelt, die an den genannten Wirtspflanzen Fraßbilder erzeugen, die kaum voneinander zu unterscheiden sind. Die Bestimmung der in Berlin gefundenen Käfer, für die ich Herrn



Abb. 1. Fliederblatttrüßler
(*Otiorrhynchus rotundatus*
Sieb.). Natürl. Größe =
5,5 mm.



Abb. 2. Starker Fraß des
Fliederblatttrüßlers an
Syringa vulgaris.



Abb. 3. Starker Fraß des Fliederblatt-
rüßlers an *Ligustrum vulgare*.

Dr. G. Schmidt, Berlin-Dahlem, verbindlichst danke, ergab einwandfrei, daß es sich dabei um den Fliederblattrüßler, *Otiorrhynchus rotundatus* Sieb. (Abb. 1), handelte.

Über die Lebensweise dieses aus dem Osten (Ostgalizien, Podolien, Rußland) stammenden Schädlings haben v. Lengerken (4, 5, 6) und Burkhardt (1) in den Jahren 1913 bis 1919 aus Danzig und Bromberg (den westlichsten der bisher bekannten Fundorte) berichtet. Die gesellig lebenden, etwa 5,5 mm großen Rüßler sind ausgesprochene Nachttiere, deren man selbst bei stärkstem Befall am Tage nur in Ausnahmefällen ansichtig wird, während man sie nachts mühelos in großer Zahl sammeln kann. Die im Boden überwinterten Käfer erscheinen je nach Witterung im April/Mai und beginnen mit dem Frühjahrsfraß, der aber bald wieder nachläßt und zum Stillstand kommt. Während der Sommermonate erfolgt die Eiablage, die Entwicklung der an den Wurzeln lebenden Larven und die Verpuppung, bis dann etwa Ende Juli/Anfang August die Jungkäfer schlüpfen, die für den außerordentlich auffälligen, im Spätsommer seinen Höhepunkt erreichenden und sich bis in den September hinein erstreckenden Sommerfraß verantwortlich sind. Der Fraß beginnt immer in Bodennähe, und da die Käfer sich tagsüber am Grunde ihrer Nährpflanzen im Boden verkriechen und jede Nacht die Pflanzen neu erklettern müssen, sind die Fraßschäden auch in den unteren Regionen der Büsche am stärksten. Selbst bei starkem Befall ist der Fraß oberhalb 1,50 m nur sehr schwach und dürfte über 2 m in der Regel wohl kaum hinausgehen. Dies kann dazu führen, daß hohe, streng geschnittene Ligusterhecken gegen Ende des Sommers in den unteren Teilen kahl, durchsichtig und grau werden, während sie oben einen dichten, frischgrünen Schopf tragen und so einen höchst merkwürdigen und auffälligen Anblick bieten.

Bereits Burkhardt (1) und v. Lengerken (6) haben darauf hingewiesen, daß der Fraß nicht auf Flieder und Liguster beschränkt bleibt, sondern daß auch *Symphoricarpus racemosus* (Schneebeere), *Lonicera tatarica* (Heckenkirsche),



Abb. 4. Fraß des Fliederblattrüßlers an

- a) Flieder,
- b) Liguster,
- c) Esche,
- d) Pflaume,
- e) Eberesche.

Philadelphus coronarius (falscher Jasmin), *Spiraea salicifolia* und *Cornus stolonifera* als Nährpflanzen, wenn auch in schwächerem Maße, angenommen werden. Diese Beobachtungen konnten, mit Ausnahme der beiden letztgenannten, auch im Berliner Raum bestätigt werden. Darüber hinaus wurden hier *Forsythia*-Arten, *Viburnum opulus* (Schneeball), Jungbäumchen von *Sorbus aucuparia* (Eberesche) und *Fraxinus excelsior* (Esche), sowie Sämlinge von *Prunus domestica* (Pflaume) und *Rosa* sp. (Rose) als Fraßpflanzen festgestellt (Abb. 4). Zweifellos müssen wir die bei uns im Freiland verbreiteten Vertreter der Familie der Oleaceen, nämlich die Gattungen *Ligustrum*, *Syringa*, *Fraxinus* und *Forsythia* als Hauptnährpflanzen des Fliederblattrüßlers ansprechen, wobei die beiden erstgenannten einwandfrei bevorzugt werden. Außerdem können offenbar holzige Gewächse der verschiedensten Art dem Käfer als Nahrung dienen, wenngleich er nicht als ausgesprochener Allesfresser angesehen werden kann. So konnte beispielsweise beobachtet werden, daß wilder Wein (*Ampelopsis quinquefolia*) und Waldrebe (*Clematis vitalba*), die sich an sehr stark befallenen Fliederbüschen emporrankten, nicht die geringsten Fraßspuren zeigten. Auch war es bisher nicht möglich, an krautigen Gewächsen (Stauden und Annuellen), auch wenn sie unmittelbare Berührung mit stark befallenen Ligusterhecken hatten, den charakteristischen Blattfraß zu entdecken.

Nach allem, was wir bisher wissen, ist der im Osten heimische Fliederblattrüßler offenbar im langsamen Vordringen nach Westen begriffen und hat dabei, wahrscheinlich Anfang der vierziger Jahre, den Raum von Berlin erreicht. Hier war er noch im Jahre 1946 eine Seltenheit, während er heute allgemein verbreitet ist und es schwerfällt, noch Bezirke zu finden, in denen Flieder und Liguster völlig frei von Befall sind. Die Besiedlung des Berliner Stadtgebietes hat also rund 20 Jahre gedauert. Wie weit der Schädling darüber hinaus schon nach Westen vorgedrungen ist, entzieht sich vorläufig unserer Kenntnis. Zweifellos ist seine aktive Ausbreitung sehr gering. Da der Käfer aber im Boden unmittelbar am Fuße seiner Nährpflanzen überwintert, muß damit gerechnet werden, daß er in Wurzelballen von Baumschulmaterial passiv über größere Strecken verbreitet werden kann.

Der durch den Blattfraß verursachte Schaden dürfte wirtschaftlich bedeutungslos und lediglich als Schönheitsfehler zu werten sein, wenn auch der Zierwert stark befallener Gehölze beträchtlich gemindert werden kann. Ebenso konnten bisher keine durch den an den Wurzeln stattfindenden Larvenfraß bedingten Schädigungen beobachtet werden. Dies ist wohl auch der Grund, weshalb über die Bekämpfungsmöglichkeiten des Fliederblattrüßlers noch keine speziellen Erfahrungen vorliegen. Da der Käfer aber sehr ortstreu ist und während längerer Zeiträume allabendlich sein Versteck am Grunde der befallenen Gehölze verläßt, um an ihnen emporzuklettern und seinen Fraß fortzusetzen, dürfte seine Bekämpfung mit den modernen Kontaktinsektiziden kein Problem darstellen.

Zusammenfassung

Es wird über die Besiedlung des Stadtgebietes von Berlin durch den Fliederblattrüßler (*Otiorrhynchus rotundatus* Sieb.), die im Laufe der letzten 20 Jahre erfolgt ist, berichtet. Gleichzeitig werden Beobachtungen über den Wirtspflanzenkreis mitgeteilt.

Summary

There is reported about the colonization of the city of Berlin by the *Otiorrhynchus rotundatus* Sieb., which happened in the last twenty years. Simultaneously observations about the host plants are given.

Literatur

1. Burkhardt, F.: Zur Verbreitung und Lebensweise von *Otiorrhynchus rotundatus* Sieb. — Z. angew. Ent. **5**, 295–300, 1919.
2. Heikertinger, F.: *Otiorrhynchus crataegi* Germ. und *mastix* Ol., zwei Zierstrauchschädlinge der Wiener Gärten. — Verhandl. zool.-bot. Ges. Wien **73**, 119–128, 1923.
3. Heikertinger, F.: Über ein auffälliges Käferfraßbild (*Otiorrhynchus crataegi* Germ.). — Koleopterolog. Rdschau, Wien **12**, 25–27, 1926.
4. Lengerken, H. v.: Beitrag zur Lebensgewohnheit von *Otiorrhynchus rotundatus* Siebold. — Z. wiss. Insektenbiol. **9**, 7–12, 1913.
5. Lengerken, H. v.: Lebensweise und Entwicklung des Fliederschädlings *Otiorrhynchus rotundatus* Siebold. — Z. angew. Ent. **5**, 67–83, 1919.
6. Lengerken, H. v.: Neues über die Lebensweise von *Otiorrhynchus rotundatus* Siebold. — Z. angew. Ent. **5**, 319–321, 1919.
7. Schweiger, H.: *Otiorrhynchus* (*Arammichnus*) *ligustici* L. als Rosenschädling. (Mit kurzen Bemerkungen über *O. [Tournieria] crataegi* Germ. und *Liophloeus tessulatus* Müll.). — Beitr. Ent. **3**, 337–342, 1953.

Aufnahmen: Biologische Bundesanstalt (Schälow).

Der Einfluß der Mineralsalzernährung sowie von zusätzlichen Gaben verschiedener Metallsalzen auf das Auftreten von Bormangelercheinungen an Rüben

Von Karl Böning

(Aus der Abteilung Pflanzenschutz der Bayerischen Landesanstalt für Pflanzenbau und Pflanzenschutz, München)

Der Einfluß verschiedener Gaben der Hauptnährstoffe Kali und Stickstoff in Form von KNO_3 , KCl und NH_4NO_3 auf das Auftreten von Bormangelercheinungen bei Rüben ist schon von Brandenburg (1) im Rahmen seiner grundlegenden Untersuchungen zur Ätiologie der Herz- und Trockenfäule der Rüben in einem Gefäßversuch näher geprüft worden. Dabei ergab sich, daß Mangelercheinungen in borarmen Böden zuerst und späterhin in stärkerem Ausmaße an Pflanzen mit erhöhten und mittleren Kali- und Stickstoffgaben auftraten, während mit beiden Nährstoffen mangelhaft versorgte Rüben Merkmale erst 3 Wochen später und nur in schwachem Umfange zeigten. Nach leichten Borgaben unterblieben die Mangelsymptome bei geringen Kali- und Stickstoffgaben sowie auch bei mittlerer Düngung ganz, während sie bei verstärkten Gaben beider Nährstoffe noch gegen Ende der Vegetation, wenn auch nur in abgeschwächter Form, zu verzeichnen waren. Brandenburg schließt daraus, daß der Borbedarf der Rübe in direkter Beziehung zur Höhe der allgemeinen Düngung und der dadurch bedingten Gesamtentwicklung steht. Je mehr diese durch die Düngung gefördert wird, desto höher, je geringer sie im ganzen bleibt, um so niedriger ist der Borbedarf.

Der ungünstige Einfluß einer reichlichen Nährstoffversorgung, insbesondere mit Stickstoff, auf das Auftreten der Herz- und Trockenfäule der Rüben ist auch schon früher von E. Hiltner (3) festgestellt worden. Ebenso beobachtete Schmidt (4) eine Abhängigkeit der Krankheitssymptome von der Stickstoffversorgung der Rüben. Wenn auch diese Zusammenhänge heute infolge der praktischen Boranwendung weitgehend an Bedeutung verloren haben, so behalten sie doch noch ein gewisses theoretisches Interesse einmal im Zusammenhang mit der Frage, welche Unterschiede zwischen parasitären und nichtparasitären Erkrankungen in bezug auf ihr Verhalten verschieden ernährten Pflanzen gegenüber bestehen, zum anderen im Hinblick auf das Zustandekommen des Bormangels überhaupt, das noch in mancher Hinsicht der Klärung bedarf.

Die folgenden Versuche¹⁾, die einen Ausschnitt aus größeren Versuchsreihen bilden, die dem erstgenannten Problem gewidmet waren, wurden in Steingutgefäßen nach Volk mit einem künstlichen Sandtorfgemisch durchgeführt, dem die Nährstoffe²⁾ in Form chemisch reiner Salze zugegeben wurden. Die pH-Zahl des Bodens betrug ohne Kalkzugabe mit nur geringen Schwankungen etwa 6,5, sie lag auch bei stärkeren Kalkgaben nur zwischen 6,9 und 7,2, ein Borgehalt ließ sich nach der Bestimmungsmethode von Hatcher und Wilcox (2) nicht nachweisen. Die verschiedenen Ernährungsformen wurden durchgängig in 4facher Wiederholung angelegt, je Gefäß wurden 4 Pflanzen kultiviert. Die im folgenden angegebenen Befallszahlen beziehen sich auf den aus den einzelnen Wiederholungen errechneten Durchschnitt, wobei 1 = keine Symptome, 5 = sehr starke Symptome bedeutet, die Erntegewichte sind als Frischgewicht im Durchschnitt je Gefäß angegeben.

Zunächst ergaben die Versuche mit den Hauptnährstoffen bei einfachen Kalkgaben (vgl. Tabelle 1) für Kali und Stickstoff eine Bestätigung der schon bekannten Zusammenhänge: verhältnismäßig geringe Symptome bei Mangel, verstärkte Symptome bei einseitigem Überschuß. Für Phosphorsäure ließ sich hinsichtlich des Verhaltens bei Mangelernährung ähnliches feststellen, bei Überschuß war eine Begünstigung des Auftretens von Bormangelsymptomen, wahrscheinlich infolge der nur begrenzten Aufnahmefähigkeit höherer Gaben für diesen Nährstoff — vgl. auch die geringen Ertragsunterschiede gegenüber einfachen Phosphorsäuregaben —, weniger überzeugend. Hinsichtlich der Kalkwirkung in den Versuchen von Tabelle 1 ist zwar auch festzustellen, daß Kalkmangel und Kalküberschuß der allgemeinen Tendenz folgen, jedoch muß die Wirkung beider Ernährungsformen anders gesehen werden, da hier die Wirkung auf das allgemeine Wachstum viel weniger eindrucksvoll ist als bei den übrigen Mangel- und Überschußformen.

Betrachtet man die Wirkung der Höhe der Kalkgaben im Zusammenhang mit der sonstigen quantitativ verschiedenen Mineralsalzer-nährung, so zeigt es sich, wie aus einem späteren Versuch (vergl. Tabelle 3) hervorgeht, daß die Unterschiede in der Ausprägung der Merkmale zwischen Überschuß- und Mangelernährung am deutlichsten bei Kalkmangel in Erscheinung treten, während sie bei hohen Kalkgaben weitgehend angeglichen werden, wenn auch die Symptome, insgesamt gesehen, bei Kalküberschuß stärker ausgebildet sind.

¹⁾ Anlage und Bonitierung der Versuche lag in den Händen von Frl. Dipl.-Ldw. K. Trojan, der ich hierfür auch an dieser Stelle bestens danken möchte.

²⁾ Nährstoff-Formen und Mengen davon je Gefäß betrugen in einfacher Gabe: 1,2 g N als NH_4NO_3 , 1 g K_2O als KCl , 0,6 g P_2O_5 als $\text{Ca}(\text{H}_2\text{PO}_4)_2$, 0,25 g MgO als MgSO_4 , 0,1 g Fe als FeSO_4 , 1 g CaO als CaCO_3 . Falls Bor verabfolgt wurde, wurde 0,1 g H_2BO_3 gegeben.

Tabelle. 1. Der Einfluß verschiedener Mineralsalzgaben bei Bormangel zu Rüben auf Bormangelsymptome und Erntegewicht

Nr.	Ernährungsform	Stärke des Bormangels in den Reihen ohne Bor					Durchschnitts-Gewicht der Rüben je Gefäß (g)			
		Ver- such 1952 ins- ges.	Versuch 1954				Versuch 1952		Versuch 1954	
			am Blatt	an der Rübe außen	an der Rübe innen	ins- ges.	ohne B	mit B	ohne B	mit B
1	KNPCa . . .	3,1	2,6	2,6	3,0	2,7	146	143	112	118
2	K $\frac{1}{4}$ NPCa . .	1,3	2,0	1,4	1,8	1,7	94	103	91	76
3	K ₂ NPca . . .	2,7	3,0	3,1	3,4	3,2	145	73	110	142
4	KN $\frac{1}{4}$ PCa . .	2,3	1,0	1,0	1,0	1,0	34	53	56	52
5	KN ₂ PCa . . .	3,4	2,6	3,3	3,4	3,1	212	183	118	156
6	KNP $\frac{1}{4}$ Ca . .	1,3	2,4	2,4	2,9	2,5	83	122	87	117
7	KNP ₂ Ca . . .	2,3	2,6	3,1	3,1	2,9	128	153	114	118
8	KNPCa ₀ . . .	1,5	2,6	2,6	2,6	2,6	143	149	95	131
9	KNPCa ₁ . . .	3,3	2,8	3,1	3,1	3,0	127	164	91	119

Insbesondere wurde beobachtet, daß bei erhöhten Kalkgaben auch bei Kali- und Stickstoffmangel stärkere Bormangelsymptome auftraten. Die geringere Ausbildung von Mangelsymptomen ist also nicht allein auf das schwächere Gesamtwachstum der Rüben zurückzuführen, da der allgemeine Entwicklungsunterschied zwischen den Kalkmangel- und Kalküberschußrüben verhältnismäßig gering war. Die zum Abschluß der Versuche festgestellten Gewichtsunterschiede, die in den Bormangelgefäßen vielfach zuungunsten der Kalküberschußpflanzen ausfallen, sind zumeist durch die hier allgemein verstärkt aufgetretenen Bormangelschäden bedingt.

Weiterhin wurde die Frage geprüft, ob durch Zusatz gewisser Schwermetallionen die Symptome des Bormangels verstärkt oder abgeschwächt werden können. Zu diesem Zweck prüften wir u. a. Salze von Eisen, Mangan, Kupfer, Zink, Thallium sowie von Rubidium und Cäsium — als dem Kali nahestehende Elemente — bei Kalimangel und einfachen Kaligaben, beide Ernährungsformen sowohl mit geringer als auch mit verstärkter Kalkzugabe. In diesen Versuchen zeigte insbesondere Rubidium, in schwächerem Ausmaße auch Cäsium, einen verstärkenden Einfluß auf die Bormangelercheinungen. Ein solcher Einfluß war bei keinem der übrigen geprüften Metallsalzen zu beobachten mit Ausnahme vielleicht von Thallium, das wir aber wegen seiner starken phytotoxischen Wirkung namentlich bei Kalimangel nicht weiter untersuchten. In bezug auf die Wirkung des Rubidiums fiel auf, daß dieses in ähnlicher Weise den Gesamthabitus der Pflanze beeinflusste wie Bormangel, insbesondere lagen die Blätter in auffälliger Weise dem Boden auf oder hingen in den Gefäßen über den Rand herunter im Gegensatz zu den steil aufwärts gerichteten Blättern, wie sie bei genügender Borversorgung der Rüben zu beobachten sind.

Diese Übereinstimmung in der Tracht von Pflanzen mit Rubidium und solchen ohne Bor veranlaßte uns, die Wirkung des Rubidiums im Zusammenhang mit der Borversorgung der Rüben weiter zu untersuchen.

In 2 Versuchsreihen von 1952 und 1954 stellten wir fest, daß durch den Zusatz von Rubidium¹⁾ sowohl bei Kalkmangel wie bei Kalküberschuß die Bormangelsymptome deutlich verstärkt wurden (vgl. Tabelle 2). Auch Cäsium wirkte sich in diesen Versuchen in ähnlicher Weise aus. Die Verstärkung der Mangelsymptome ging nur gelegentlich mit einer Wachstumszunahme infolge der Rubidiumgabe einher, in der Regel war eine Gewichtserhöhung durch Rubidium bei Bormangel nicht festzustellen. Sie scheint aber bei Vorhandensein ausreichender Bormengen möglich, da wir hier allgemein ein üppigeres Wachstum feststellen konnten. Es ist jedenfalls nicht ausgeschlossen, daß eine genauere Untersuchung ergeben könnte, daß Rubidium den Charakter eines Spurenelementes besitzt. Zumindest vermag es das Kalium stoffwechselphysiologisch wenn auch nur in schwachem Umfang — nicht im Gesamtwachstum aber in bezug auf eine Abschwächung von chlorotischen und nekrotischen Erscheinungen des Kalimangels auf den Blättern — zu vertreten. Bei Cäsium²⁾ führten die verabfolgten Mengen teilweise zu phytotoxischen Erscheinungen, die jedoch durch Zugabe von Bor weitgehend abgeschwächt werden konnten.

Tabelle 2. Der Einfluß von Rubidium und Cäsium (sowie von Sr und Ba) auf die Ausprägung der Bormangelsymptome und das Erntegewicht

Nr.	Ernährungsform	Stärke des Bormangels insgesamt in den Reihen ohne Bor		Durchschnitts-Gewicht der Rüben je Gefäß (g)			
		Versuch 1952	Versuch 1954	Versuch 1952		Versuch 1954	
		1952	1954	ohne B	mit B	ohne B	mit B
1	KNPCa ₀ . . .	1,8	2,6	102	167	95	131
2	KNPCa ₁ . . .	2,3	2,7	147	126	112	118
3	KNPCa ₄ . . .	3,1	3,0	137	147	91	119
4	KNPCa ₀ Rb . .	2,7	3,1	133	171	99	137
5	KNPCa ₄ Rb . .	3,8	3,8	157	146	102	158
6	KNPCa ₀ Rb ₂ . .	2,7	—	140	235	—	—
7	KNPCa ₄ Rb ₂ . .	4,9	—	124	165	—	—
8	KNPCa ₀ Cs . .	3,5	3,5	112	124	90	147
9	KNPCa ₄ Cs . .	3,5	3,2	112	204	156	138
10	KNPCa ₀ Cs ₂ . .	3,5	—	106	128	—	—
11	KNPCa ₄ Cs ₂ . .	4,0	—	79	170	—	—
12	KNPCa ₁ Sr ₃ . .	2,9	—	124	124	—	—
13	KNPCa ₁ Ba ₃ . .	3,3	—	100	140	—	—

In der bereits oben angezogenen Versuchsreihe von 1955, in der die Bormangelercheinungen an Mangel- und Überschußdüngungen der Hauptnährstoffe unter dem Einfluß von Kalkmangel und -überschuß geprüft wurden (vgl. Tabelle 3), wurden auch Gefäße mit angesetzt, die zu denselben Düngesalzabstufungen und Kalkzugaben noch eine Rubidiumbeidüngung erhielten. Hier zeigte es sich, daß durch die Zugabe von Rubidium in der Kalkmangelreihe im Durchschnitt dieselbe Steigerung der Bormangelsymptome erreicht wurde wie durch die verstärkte Kalkung, daß aber die Kalkwirkung als solche durch die zusätzliche Rubidiumgabe nicht mehr nennenswert weiter verstärkt wurde. Im einzelnen ist vielleicht noch bemerkenswert, daß die Wirkung des Rubidiums am auffälligsten bei Kalimangel in der Kalkmangelgefäßreihe festzustellen war. Sie war auch hier nicht mit einem verbesserten Gesamtwachstum verbunden, wie aus einem Vergleich der Erntegewichtszahlen hervorgeht.

¹⁾ Die Höhe der einfachen Gabe betrug je Gefäß 0,64 g RbCl₂.

²⁾ Hier wurde je Gefäß nur 0,14 g CsCl₂ bei einfacher Gabe verabfolgt.

Von Interesse mag noch das Ergebnis von 2 Versuchsgliedern im Rahmen der Versuche von 1952 sein, in denen an Stelle einer 4fachen Kalkgabe zu einer einfachen Kalkgabe eine 3fache äquivalente Gabe von Strontium- bzw. Bariumkarbonat verabfolgt wurde (vgl. Tabelle 2, Ziffer 12 und 13). Die Bormangelsymptome traten an den in diesen Gefäßen kultivierten Rüben etwa in gleicher Stärke auf wie bei 4facher Kalkgabe, obwohl die mit Strontium und Barium in diesen Mengen gedüngten Pflanzen im ersten Falle leichter, im letzteren stärker geschädigt wurden und dementsprechend sich schwächer entwickelten. Die Borzugabe vermochte hier die toxischen Schäden nicht zu verhindern, die insbesondere bei Barium in einer stark aufgehellten Blattfarbe und in verschmälerten, fast lanzettlichen Blättern zum Ausdruck kamen.

Zusammenfassung

Die Versuche bestätigten die bereits bekannte Verstärkung der Bormangelsymptome bei erhöhten Gaben von Stickstoff und Kali und die Abschwächung der Merkmale bei Mangelernährungen mit diesen Nährstoffen zu Rüben auch für unterschiedliche Phosphorsäuregaben. Jedoch treten die Unterschiede bei Kalkmangel wesentlich deutlicher in Erscheinung als bei erhöhten Kalkgaben trotz gleichzeitiger Verstärkung der Merkmale. Ähnlich wie eine verstärkte Kalkdüngung wirken auch entsprechende Gaben von Strontium- und Bariumkarbonat. Außerdem scheint Rubidium in antagonistischem Sinne auf die Borversorgung der Pflanze zu wirken, wobei auch morphologisch gewisse Ähnlichkeiten zwischen Bormangelercheinungen und Rubidumeinwirkungen in bezug auf die Wuchsform (Tracht) der Pflanze bestehen. Ähnliche Beziehungen, die jedoch nicht genauer untersucht wurden, scheinen auch bei Cäsium vorzuliegen. Andere Metallsalzionen wie Fe, Cu, Mn und Zn zeigten keine Beeinflussung der Bormangelercheinungen.

Summary

Experiments in vessels confirmed the as yet known strengthening of the boron deficiency symptoms with increased doses of nitrogen and potash and the decrease of symptoms with insufficient nutrition with this nutritive substances on beets also for different quantities of phosphoric acid. However the differences are observed most markedly on calcium deficiency plants, while increased quantities of calcium which on the same time increase the boron deficiency symptoms diminish the differences between insufficient and abundant nutrition with the principal nutrients. A similar effect as by increased calcium fertilization is produced by adequate gifts of strontium or barium carbonate. Moreover rubidium seems to act in an antagonistic way on the boron supply of the plant. Herewith there are morphologically certain similarities between boron deficiency symptoms and rubidium effects regarding the growing shape or fashion of the plant. Similar relations which however had not been researched now exactly seem to exist regarding caesium. Other metallic salt ions like Fe, Cu, Mn and Zn indicated no influence on the phenomena of boron deficiency.

Literatur

1. Brandenburg, E.: Über die Grundlagen der Boranwendung in der Landwirtschaft. — *Phytopath. Z.* **12**, 1–112, 1939.
2. Hatcher, J. T. and Wilcox, L. V.: *Qual. Chemistry* **22**, 567, 1950.
3. Hiltner, E.: Beobachtungen über die Herz- und Trockenfäule der Rüben — eine Umfrage. — *Prakt. Bl. PflBau u. PflSchutz*, **6**, 214–218, 1929.
4. Schmidt, E. W.: Untersuchungen über die Ursache der Herz- und Trockenfäule der Rüben und die Bedeutung des Bors. — *Z. Wirtschaftsgruppe Zuckerindustrie Techn. Teil*, **87**, 679–700, 1937.

Thersilochus melanogaster Thoms. als Larvenparasit des Rapserdflohs *Psylliodes chrysocephala* L.*)

Von Gudo Dosse

(Institut für Pflanzenschutz der Landwirtschaftlichen Hochschule
Stuttgart-Hohenheim)

Mit 3 Abbildungen

Bei den turnusmäßig durchgeführten Untersuchungen der Rapsschläge von 1945 an spielten die Larven des Rapserdflohs in der Umgebung von Stuttgart-Hohenheim eine völlig untergeordnete Rolle. Dieser Tiefstand im Auftreten des Schädlings hielt sich bis zum Jahre 1955. Dann hatten sich die Käferpopulationen so weit erholt, daß wir ihnen wieder besondere Aufmerksamkeit schenken mußten. Besatzzahlen von 4 bis 5 Larven in einem Blattstiel waren die Regel. In den folgenden Jahren nahm der Befall weiter zu, und wir haben es heute im hiesigen Raum mit einem starken Auftreten von *Psylliodes chrysocephala* zu tun.

Genauere Untersuchungen der einzelnen Larvenstadien ergaben, daß viele von einem Parasiten besiedelt waren. Im Frühstadium des Befalls machten die Larven des Rapserdflohs einen gesunden Eindruck, es war von dem Vorhandensein eines Parasiten äußerlich nichts zu erkennen. Dieser ließ sich erst zu einem späteren Zeitpunkt ansprechen. Daß ein Teil der Tiere trotzdem bereits mit einem Endoparasiten besetzt war, machten mikroskopische Präparate deutlich.

Kaufmann (1923) beschäftigte sich nur mit der Imaginalparasitierung des Rapserdflohs, da im Naumburger Gebiet die Larven wenig unter Parasiten zu leiden hatten. Meuche (1940) zog aus *Psylliodes*-Larven die Ichneumonide *Temelucha carinifera* Thoms. und die Braconide *Diospilus capito* Nees., und Godan (1950) nennt *Diospilus morosus* Reinh. Beide Autoren beschränken sich auf diese Feststellung, ohne nähere Angaben zu machen. Buhl (1959) mißt dem Einfluß der Parasitierung des Rapserdflohs keine große Bedeutung zu. Er gibt nach seinen 10jährigen Untersuchungen in Schleswig-Holstein für die Larven einen Befallsgrad von unter 1% an, ohne die Artzugehörigkeit der Parasiten zu erwähnen. Diese wenigen Daten liegen bisher aus Deutschland über die Parasitierung von Rapserdflohlarven vor. Unsere eigenen Erhebungen erbrachten, daß der Prozentsatz in den Untersuchungsjahren weit über 10 lag, wobei nur die Tiere gerechnet wurden, bei denen makroskopisch ein sicheres Ansprechen möglich war. Im Grunde genommen liegt er aber nach den gemachten Beobachtungen wesentlich höher.

*) Die Untersuchungen wurden mit dankenswerter Unterstützung der Deutschen Forschungsgemeinschaft durchgeführt.

Regelmäßige Pflanzenpräparationen in den Wintermonaten 1958, 1959 und 1960 zeitigten bis Weihnachten nur erste Larvenstadien von *Psylliodes chrysocephala* in den Rapsblattstielen. Ein Teil von ihnen wurde fixiert, ein anderer sofort aufpräpariert. In diesem Frühstadium sahen alle Käferlarven normal aus, und tatsächlich waren die aufpräparierten parasitenfrei. Eine Parasitierung erfolgte also erst mit Beginn der Vegetationsperiode.

Die ersten Eier einer Schlupfwespe fanden wir ab Mitte März, stärker in der ersten Aprilhälfte. Zum gleichen Termin etwa waren in den ersten und zweiten Stadien der Erdflöharlarven junge Parasiten vorhanden. Auch in anscheinend gesund aussehenden ließen sich bei Präparationen Larven oder Eier der Hymenoptere feststellen. Der Prozentsatz der parasitierten Larven war an den einzelnen Untersuchungstagen unterschiedlich hoch; im Jahre 1959 betrug er im Höchstfall am 7. 4. 40%. Insgesamt waren von 279 aus den Monaten März und April 1959 2,9% mit einem Parasiten belegt.

Im Jahre 1960 wurde das gesamte aus den Rapspflanzen herauspräparierte Larvenmaterial von *Ps. chrysocephala* auf dreierlei Weise verarbeitet. Ein Teil wurde zur Heranzucht des Endoparasiten lebend weitergehalten, ein zweiter zu späteren histologischen Untersuchungen fixiert und endlich ein dritter zur Prüfung des Belegungsgrades aufpräpariert. Dieser lag 1960 höher als im Vorjahre, er ist aus Tabelle 1 ersichtlich.

Tabelle 1. Parasitierungsgrad der Larven von *Psylliodes chrysocephala*

Monat	Zahl der aufpräparierten Exemplare	Prozentsatz der Parasitierung
März	109	1,8
April	84	24,8
Mai	59	52,6
Juni	108	41

Im Jahre 1959 ermittelten wir den Höchstbesatz Anfang April mit 40%, 1960 dagegen erst im Mai, und zwar mit 52,6%.

Im Monat April machten wir die Erfahrung, daß zu dieser Zeit nur die ersten und zweiten Stadien der *Ps.*-Larven von der endoparasitischen Schlupfwespe befallen waren. Von Mitte Mai an verschob sich das Bild. Immer mehr dritte Stadien trugen einen Parasiten, während die nachkommenden ersten und zweiten frei davon waren. Daraus ist zu schließen, daß die Schlupfwespen ihre Wirtstiere von Mitte März bis ungefähr Mitte Mai mit Eiern belegen.

Während im Frühstadium der Parasitierung den lebenden Rapserdflöharlarven kein Befall anzusehen war, machten sich später dunkelgefärbte „kokonartige“ Gebilde bemerkbar, die durch die Körperhaut hindurchschimmerten. Ab April wurde ein Befall also makroskopisch augenscheinlich. Äußerlich ließen sich stets nur die kokonartigen Gebilde ansprechen, nicht aber die freilebenden Larven, die an den verschiedensten Stellen der Leibeshöhle lebten. Die Präparationen zeigten auf, daß bei mehrfacher Parasitierung eine Larve frei beweglich war und die andern teilweise bzw. ganz eingekapselt festsaßen. Auch die Eier fanden wir bei mehrfacher Belegung dünn eingekapselt, und zwar bereits ab Mitte März (Abb. 1 a und b). Der Gedanke liegt nahe, daß es sich bei den kokonartigen Gebilden um Gegenmaßnahmen des Wirtsgewebes handelt. Über



Abb. 1a. Nicht vollständig abgekapseltes Ei von *Thersilochus melanogaster* (etwa 110mal vergrößert).

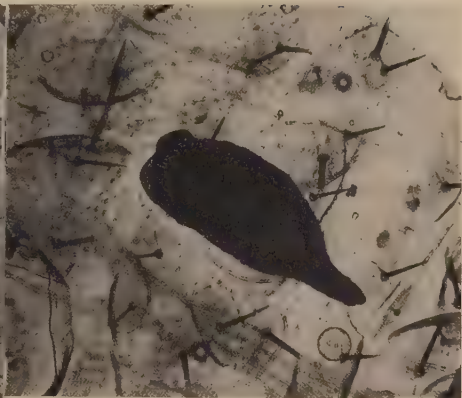
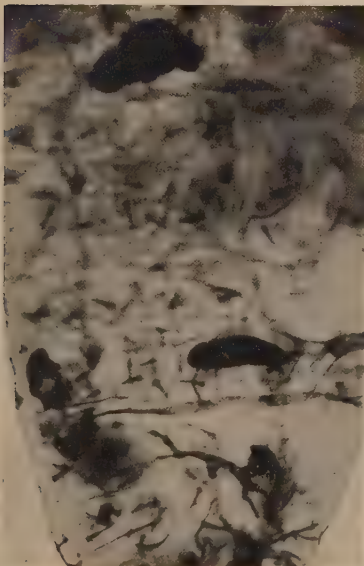


Abb. 1b. Abgekapselte Larve von *Thersilochus melanogaster* (etwa 110mal vergrößert).

die Abwehrreaktionen des Insektenblutes auf einen parasitären Befall gibt es mehrere Theorien, auf die hier nicht näher eingegangen werden soll, sie werden an anderer Stelle diskutiert.

Diese Abkapselungen konnten wir in den verschiedensten Abschnitten der Larven auffinden, vom Ende des Kopfes bis zur Analplatte. Relativ häufig waren sie im Abdomen kurz vor dem Körperende anzutreffen (Abb. 2). Man sah sie unter Ganglienknoten, in den Darmschlingen und malpighischen Gefäßen, einmal 3 hintereinandergereihte wie Perlen an der Schnur dicht unter der Kutikula am Fettgewebe. Sie waren von unterschiedlicher Größe, äußerlich rau und uneben, innen glatt und glänzend, im allgemeinen ziemlich dünn.

Ihre Farbe schwankte je nach der Stärke der Wandung von schwarz bis braun. Ihr Inhalt bestand aus mehr oder minder gut erhaltenen Schlupfwespeniern bzw. -larven. Die Abkapselungen hafteten zum späteren Zeitpunkt meistens am Fettgewebe. Wenn man sie zu lösen versuchte, mußte man vorher eine dünne weiße Haut entfernen, die sie umschloß (Abb. 3).



Schneider (1950) hat sich mit den Abwehrreaktionen von Wirten gegenüber Parasiten beschäftigt und sie auch künstlich herbeizuführen vermocht. Er unterscheidet dabei 2 Arten von Kapselbildungen, einmal den sogenannten „ribesii“-Typ, bei dem das Kapselmateriel selbst farblos-gallertig ist und im allgemeinen Kerne enthält. Die gebildete Kapsel ist meist sehr

Abb. 2. Mehrere Abkapselungen von *Thersilochus melanogaster* in einer *Psylliodes*-Larve (etwa 36mal vergrößert).

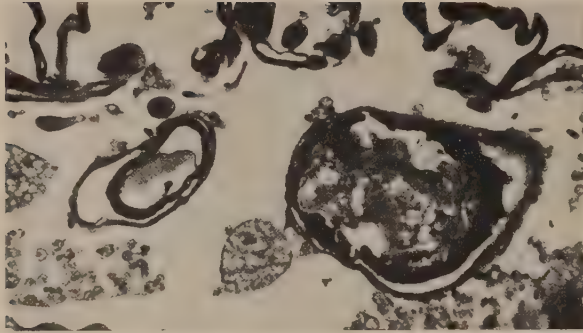


Abb. 3. Schnitt durch eine *Psylliodes*-Larve mit 2 Abkapselungen (Ei und Larve) von *Thersilochus melanogaster* (etwa 170mal vergrößert).

dick. Durch die Umhüllung der Parasiteneier mit dieser gallertigen Substanz wird eine Abtötung des noch kaum segmentierten Embryos bewirkt. Manchmal kommt es zur Entwicklung von kümmerlichen Junglarven, die aber sofort nach dem Schlüpfen aus dem Ei wieder von der Gallerte eingeschlossen werden.

Im Gegensatz dazu ist beim „balteata“-Typ die Kapselwandung relativ dünn, aber sehr zähe, braungefärbt und kernlos. Bei diesem Typ wird der Embryo in der Regel nicht abgetötet, obwohl das Ei innerhalb kurzer Zeit vollständig umhüllt ist. Da aber die Wandung außerordentlich hart ist, bleibt das Ei klein und die Junglarven entwickeln sich nur zu einer anormal geringen Größe. Sie vermögen nicht, die Kapselwand zu sprengen.

Die von uns in den Larven des Rapserrdflohs aufgefundenen Parasitenkapseln müssen nach dem eben Gesagten dem „balteata“-Typ zugeordnet werden. Allerdings waren sie, wie schon gesagt, von einer dünnen Haut umgeben, die Schneider nicht erwähnt. Nach unseren Beobachtungen wechselten sie anfangs oft ihre Lage. Neben ihnen lebte meist im Körper eine sich weiter entwickelnde Schlupfwespenlarve. Beim Öffnen des Wirtes in der Fixierungsflüssigkeit schwamm sie einem gleich entgegen. Man fand den Parasiten in den *Ps.*-Larven in verschiedenen Stadien und Variationen, z. B. eine Larve + ein Ei, eine Larve + mehrere Eier, mehrere Larven + ein Ei + eine Abkapselung, eine Larve + mehrere Abkapselungen, nur Abkapselungen usw.

Die jungen Larven ernähren sich zunächst von den Blutkörperchen ihres Wirtes, die man in ihrem eigenen Darm nachweisen kann. Es scheint in der Anfangszeit keine Verminderung von Blutzellen der Rapserrdflohlarve einzutreten und damit auch keine äußerlich sichtbare Schädigung. Eher ließ sich im mikroskopischen Bild eine Vermehrung der Hämolymphe feststellen. Die belegten Larven verhielten sich in ihren Reaktionen völlig normal und unterschieden sich nicht von den gesunden. Im Verlauf des Wachstums nimmt aber die Anzahl der genannten Zellen ab, und es entstehen im Körper Hohlräume. An anderer Stelle wird an Hand von histologischen Präparaten ausführlich über die pathologischen Veränderungen des Wirtsgewebes berichtet.

Später veränderten sich die belegten Wirtslarven. Sie schwellen meist in der Körpermitte an und sahen an dieser Stelle besonders glasig-durchscheinend aus. Der hintere Larventeil schnürte sich etwas ein. Die Tiere blieben aber am Leben, nahmen ständig Nahrung auf und koteten stärker als normal. Sie verkürzten sich und wurden etwas gedrungener, so daß der Eindruck entstand, als würden sie in das Vorpuppenstadium übergehen. Während die normalen

Larven eine einheitlich weißlich-gelbe Farbe behielten, schimmerten durch die Körperwand der belegten körnige Bestandteile hindurch, die eine Parasitierung sicher ansprechen lassen.

In unseren Laboratoriumsversuchen ließen wir einen Teil solcher Larven unberührt und hielten sie in Rapsblattstielen weiter. Im Laufe der Zeit wurden die Bewegungen schwächer, und nach einem Monat war die Entwicklung des Endoparasiten darin abgeschlossen. Jetzt hatten die Schlupfwespenlarven ihren Wirt restlos ausgefressen, so daß nur das äußere Chitingerüst übrigblieb. Sie fertigten im Rapsblattstiel einen gelbbraunen, filzartigen Kokon an. Meist hafteten die Überreste des Wirtes noch daran. Aufpräparierte Kokons beinhalteten Schlupfwespenpuppen. Die gleichen Kokons konnten wir später aus Erdproben eines Rapschlag eintragen. In den Rapspflanzen des Freilandes selbst wurden sie niemals gefunden, woraus zu entnehmen ist, daß die parasitierten *Ps.*-Larven im dritten Stadium in die Erde abwandern müssen und die Kokonbildung und Verpuppung der Schlupfwespe dort stattfindet.

Daß der Lebensablauf der Hymenopterenlarven in den genannten Laboratoriumsversuchen anders verlief, hängt mit den dort gegebenen Bedingungen zusammen. Die Rapsblattstiele lagen auf Filtrierpapier in Petrischalen, daher hatten wir den *Psylliodes*-Larven die Möglichkeit genommen, ihren normalen Verpuppungsplatz in der Erde aufzusuchen. Gaben wir aber in die Petrischalen Erde hinein, so wanderten die verpuppungsreifen Käferlarven wie im Freiland aus den Blattstielen ab, und die Endphase der Parasitierung vollzog sich im Boden. In Petrischalen mit Quarzsand waren weder die gesunden noch die parasitierten *Ps.*-Larven instande, ihren üblichen Erdkokon anzufertigen. Sie verpuppten sich dort ohne solchen völlig frei auf der Bodenoberfläche. Die Altlarven der Schlupfwespen verließen ihre ausgefressenen Wirte, jedoch gelang es ihnen unter diesen Versuchsbedingungen nicht, einen Kokon herzustellen, sie gingen ein. Danach scheinen sie auf einen äußeren Widerstand angewiesen zu sein, um sich verpuppen zu können.

Auf verschiedenen Wegen versuchten wir, die im Laboratorium gewonnenen Endoparasiten zum Schlüpfen zu bringen. Einmal hielten wir die Kokons im Dunkelthermostaten auf feuchtem Filtrierpapier oder feuchtem Sand bei verschiedenen Temperaturen, dann auf die gleiche Art im Zimmer. Von Zeit zu Zeit wurden einige aufpräpariert, und es zeigte sich, daß bereits Ende Juni die Imagines entstanden waren und sich auszufärben begannen. Bei Präparationen im August lagen die Schlupfwespen voll ausgefärbt in den Kokons und reagierten auf Berührungsreize. Während der Vegetationsperiode schlüpfte aber kein einziges Exemplar. Die auf diese Weise gezüchteten Schlupfwespen wurden zur Determination der CILB nach Genf eingesandt, es handelte sich um die Ichneumonide *Thersilochus melanogaster* Thoms¹⁾.

Gleichzeitige Untersuchungen von Kokons, die aus dem Freiland stammten, ergaben, daß die Umbildung von der Puppe zur Imago unter natürlichen Bedingungen langsamer verläuft. Erst im September wurden fertig ausgefärbte Schlupfwespen darin gefunden. Um den Schlupftermin festhalten zu können, wurden am 13. 9. und 17. 11. 1960 je 11 Schlupfwespenkokons in 3 cm Tiefe in Blumentöpfe eingelegt und diese in Erde vergraben. Die Oberseite wurde mit Gaze abgedeckt, so daß die eventuell ausschüpfenden Imagines nicht ent-

¹⁾ Herrn Dr. J. F. Aubert, Paris, sei an dieser Stelle für die Bestimmung der Schlupfwespen herzlich Dank gesagt.

weichen konnten. Bis zum Frühjahr 1961 hatte keine einzige ihren Kokon verlassen. Ungefähr zum gleichen Zeitpunkt, als wir im Freiland die ersten Hymenopteren eintragen konnten (März), erschienen auch in unseren Versuchstöpfen die Schlupfwespen. Aus den im Laboratorium und Freiland gemachten Beobachtungen ist zu entnehmen, daß *Thersilochus melanogaster* nur eine einzige Generation im Jahre durchläuft.

Eine nach Abschluß unserer Untersuchungen zugänglich gewordene Arbeit von Jourdheuil (1961) beschäftigt sich unter anderem auch eingehend mit der Larvenparasitierung von *Psylliodes chrysocephala*. Im wesentlichen decken sich die in Frankreich gemachten Erfahrungen mit unseren Befunden, jedoch liegt dort der Prozentsatz der Parasitierung höher als in Süddeutschland.

Zusammenfassung

Im Raum von Stuttgart-Hohenheim werden die Larven des Rapserrdflohs *Psylliodes chrysocephala* L. von der Ichneumonide *Thersilochus melanogaster* Thoms. parasitiert. Die Eiablage der Schlupfwespe erfolgt in den Monaten März und April. Da es sich um einen univoltinen Endoparasiten handelt, vollendet die befallene Larve im Rapsblattstiel ihre Entwicklung, wandert in den Boden ab und wird dort vollkommen zerstört. Die Verpuppung des Parasiten geht in der Erdhöhle des Wirtes vor sich, die Schlupfwespe verläßt ihren Kokon erst im nächsten Frühjahr. Makroskopisch läßt sich ein Parasitenbefall der Rapserrdflohlarven an den Abkapselungen von Eiern und Junglarven der Schlupfwespen erkennen. Diese Kapseln gehören dem „balteata“-Typ an.

Summary

In the area of Stuttgart-Hohenheim, Germany, *Thersilochus melanogaster* Thoms. parasitizes the larvae of *Psylliodes chrysocephala* L. The ichneumon fly deposits its eggs during March and April. Since the internal parasite is univoltine, the infected larva terminates its development in the petiole of the leaves of rape and migrates then into the soil, where it will be definitely destroyed. The parasite pupates in the host's hole in the soil. The adults appear in the following spring. An attack by the parasite can be macroscopically recognized by the formation of encystments around the eggs and larvae of the ichneumon. The encystments are of the „balteata“-type.

Literatur

- Bonnemaison, L. et Jourdheuil, P.: L'Altise d'hiver du Colza (*Psylliodes chrysocephala* L.). — Ann. I.N.R.A., ser. C, 5, 345–524, 1954.
- Buhl, K.: Beobachtungen und Untersuchungen über Biologie und Bekämpfung des Rapserrdflohs (*Psylliodes chrysocephala* L.) in Schleswig-Holstein. — Z. PflKrankh. 66, 321–338, 1959.
- Godan, D.: Parasitierung von Rapserrdflohlarven. — Anz. Schädlingk. 23, 150, 1950.
- Jourdheuil, P.: Influence de quelques facteurs écologiques sur les fluctuations de population d'une biocénose parasitaire. — I.N.R.A. ser. A no 3448, 223 pp. Dissertation Paris 28. 2. 1961.
- Kaufmann, O.: Beobachtungen und Versuche zur Frage der Überwinterung und Parasitierung von Ölfruchtschädlingen aus den Gattungen *Meligethes*, *Phyllotreta*, *Psylliodes* und *Ceutorrhynchus*. — Arb. Biol. Reichsanst. Land- u. Forstw. 12, 109–169, 1923.
- Meuche, A.: Untersuchungen am Rapserrdfloh (*Psylliodes chrysocephala* L.) in Ostholstein. — Z. angew. Ent. 27, 464–495, 1940.

Virusartige Körper in Speicheldrüsen von kartoffelblattrollinfektiösen *Myzus persicae* (Sulz.)

Von V. Moericke

(Aus dem Institut für Pflanzenkrankheiten und dem Zentral-Laboratorium für angewandte Übermikroskopie am Zoologischen Institut der Universität Bonn¹⁾)

Mit 3 Abbildungen

So eindeutig die Übertragung persistenter Viren mit Hilfe des Speichels der Vektoren erfolgt, so unbestimmt ist die Form, in der das Virus übertragen wird: wohl hat man in vielen Fällen durch einen Infektionstest die Anwesenheit von infektiösen Elementen im Körper des Überträgers und auch in seinem Speichel nachweisen können, jedoch ist eine Sichtbarmachung im Überträger bisher offenbar noch nicht oder noch nicht mit Sicherheit gelungen. Es ist deshalb ein lockendes Ziel, diese Sichtbarmachung zu erreichen. Als Objekt wählten wir zunächst das Blattrollvirus der Kartoffel in der grünen Pfirsichblattlaus als wirtschaftlich wichtiges Virus aus. Es kam bei diesem Virus die besondere Schwierigkeit hinzu, daß seine Gestalt noch nicht sicher bekannt ist. Aber gerade dies erhöhte den Reiz der Untersuchung.

Das Blattrollvirus ist bisher von Sprau (1952) in Kartoffelpreßsaft und von Heinze (1955) aus *Physalis floridana* und im Blut der grünen Pfirsichblattlaus als länglicher, feiner, bis 5μ langer Faden dargestellt worden, jedoch konnten andere Untersucher (Day und Zaitlin 1959) die Befunde nicht bestätigen. Die Infektiosität von Pflanzenpreßsaft und von Vektorblut ist eindeutig nachgewiesen (Heinze 1955, Harrison 1958, Day und Zaitlin 1959), ja man darf auch eine Vermehrung des Virus im Insektenkörper annehmen (Stegwee und Ponsen 1958). Dagegen scheint eine spezifische Antigeneigenschaft des Virus, wenigstens der in der Pflanze auftretenden Form, zu fehlen: Bartels (1950) konnte eine solche nicht nachweisen und Beemster (1955) fand zwar einen serologisch erfaßbaren Unterschied zwischen kranken und gesunden Kartoffeln, der jedoch anscheinend nur quantitativ und vielleicht nur durch eine Vermehrung des normalen Eiweißes bedingt war.

Wir konzentrierten uns zunächst ausschließlich auf die Speicheldrüse des Überträgers, weil hier die Wahrscheinlichkeit, das Virus in irgendeiner Form zu finden, am größten zu sein schien.

Material und Methode

Zunächst wurden über 30 Speicheldrüsen von *Myzus persicae*, die auf gesundem Kohl gelebt hatten, untersucht, um die recht verwickelten Verhältnisse der Speichelbildung und -Ableitung beim virusfreien Tier kennen zu lernen (s. die Arbeiten von Wohlfarth-Bottermann und Moericke 1959-1960). Anschließend

¹⁾ Der Leiter des Zentrallaboratoriums, Dozent Dr. Wohlfarth-Bottermann und ich untersuchten das Problem gemeinsam. Die Arbeit wurde von der Deutschen Forschungsgemeinschaft unterstützt. Fräulein I. Peters und Frau K. Joppen danke ich für ihre unermüdliche und wertvolle Hilfe.

untersuchten wir 13 Drüsen von Läusen, die auf blattrollkranken Kartoffeln gelebt hatten. Hier fanden sich 2 mit virusartigen Körpern. Schließlich wurden 8 Drüsen von 8 Läusen eingebettet, die ebenfalls von blattrollkranken Kartoffeln („Sieglinde“) stammten, deren Infektiosität jedoch einzeln überprüft war: sie hatten vor der Präparation einen Tag einzeln auf *Physalis floridana* gesaugt und dabei das Virus, wie die Prüfung nach 14 Tagen ergab, tatsächlich übertragen (während 7 andere Tiere bei diesem Test versagt hatten und deshalb nicht weiter untersucht wurden). Von diesen 8 Drüsen konnten bisher erst 6 eingehend untersucht werden, alle 6 enthielten die virusartigen Körper.

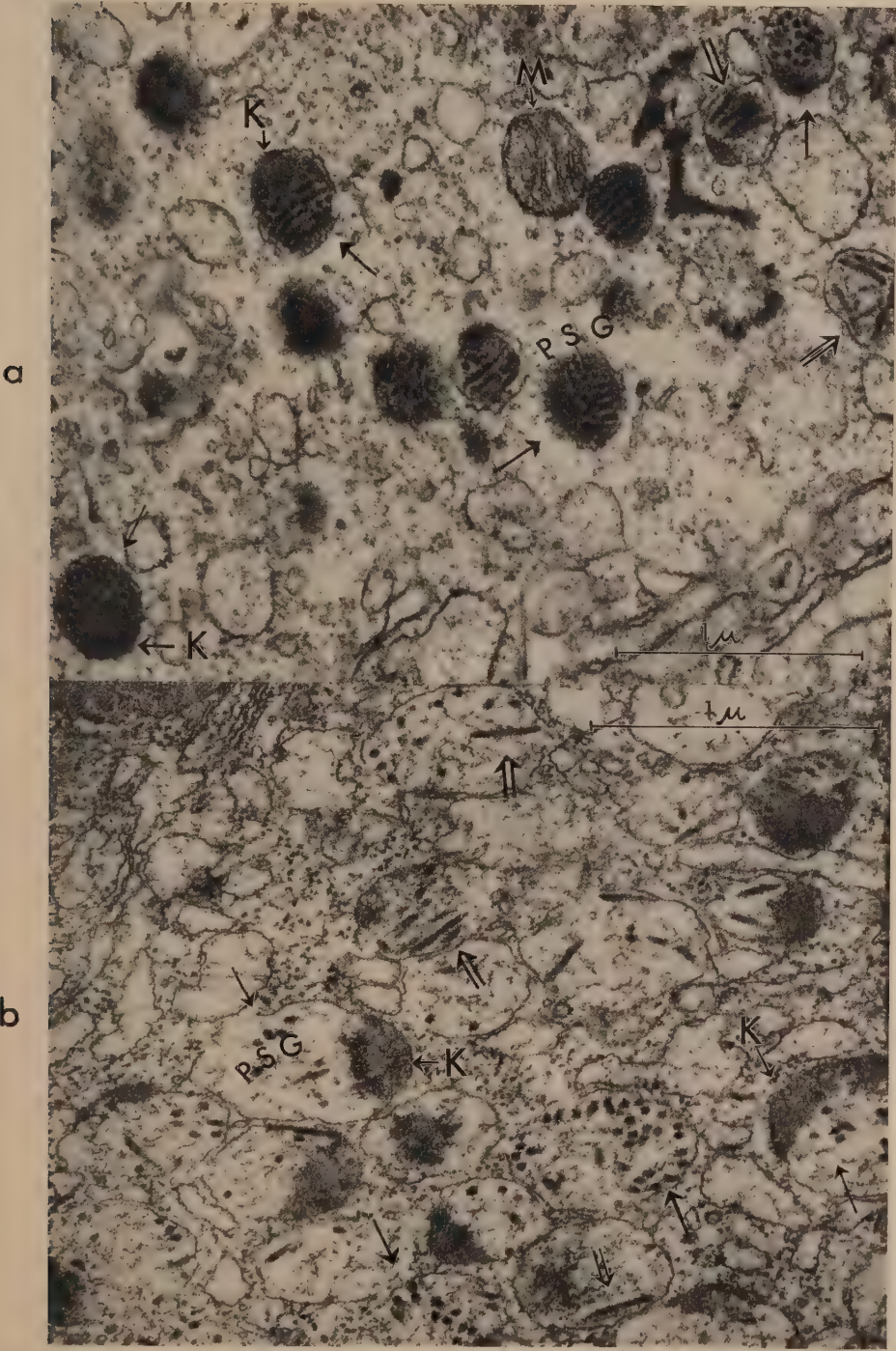
Die Drüsen wurden in Fixierflüssigkeit präpariert (1%iges Osmiumtetroxyd und 1%iges Kaliumbichromat, pH 6,9–7,2), bei der Entwässerung nachkontrastiert (Wohlfahrt-Bottermann 1957), in Vestopal-W eingebettet, mit einem LKB-Ultramikrotom „Ultrotom“ geschnitten und in einem Siemens-Mikroskop UM 100d 60 KV, Aperturblende 30 μ , untersucht.

Ergebnisse

Die Hauptdrüse von *Myzus persicae* besteht vermutlich aus 3 verschiedenen Drüsenzellarten, den Hauptzellen, den Deckzellen und den dazwischenliegenden Zentralzellen. Diese Zentralzellen sind von Weber (1928) im Lichtmikroskop nicht erkannt worden, wohl aber hat Toth (1936) sie bei Neugeborenen festgestellt. Wir vermuteten zunächst bei diesen Zellen einen bestimmten Funktionszustand der Deckzellen, neigen jetzt aber mehr zu der Ansicht, daß es sich — im Sinne von Toth — tatsächlich um eine eigene Zellart handelt, die entgegen Toths Annahme auch bei erwachsenen Tieren erhalten und im Elektronenmikroskop unterscheidbar bleibt.

Die Hauptzellen sind je nach dem Funktionsstadium ergastoplasma-reich oder dicht angefüllt mit Prosekretgranula, die durch 3 besondere Innenstrukturen charakterisiert sind. In diesen Zellen fanden sich bei 7 infektiösen Tieren größere, stark kontrastierte und verschieden fein strukturierte Gebilde, die man vielleicht als „Viroplasma“ ansprechen kann. Für die Deckzellen sind schwachkontrastierte Prosekretgranula und zahlreiche Golgiapparate typisch. Besondere Strukturen bei Drüsen von infektiösen Läusen fanden wir in diesen Zellen nicht. Die Prosekretgranula der Zentralzellen haben, zumindest im Reife- und Auflösungsstadium, einen großen dunklen, kappenartigen Körper (s. Abb. 1 u. 3, K). Nur in diesen Drüsenzellen und nur in diesen Prosekretgranula oder in aufgelösten Prosekretröpfchen traten virusartige Körper und zwar in 2 verschiedenen Typen auf. Bei allen 8 Drüsen fand sich Typ I (Abb. 1 u. 2), ein Stäbchen in der Größe von etwa 30 μ Durchmesser und 200 μ Länge; es ist stark kontrastiert, immer etwas unscharf begrenzt und manchmal, offenbar in einem fortgeschrittenen Stadium, mit hellen Ringzonen versehen (Abb. 2). Diese Stäbchen lagen teils vereinzelt und ungeordnet im wenig kontrastierten Teil der Prosekretgranula, teilweise

Abb. 1. Virusartige Körper des Typ I in fast jedem Prosekretgranulum (PSG) einer Zentralzelle der Speicheldrüse von *Myzus persicae*, teils längs (Doppelpfeil), teils schräg oder quer (einfacher Pfeil) getroffen. K = stark kontrastierter „Kappe“, das Kennzeichen der Prosekretgranula der Zentralzellen. M = Mitochondrium. a) einzelne, junge Prosekretgranula von geringer Größe im wenig ausgeprägten Ergastoplasma. Die „Kappe“ hebt sich noch wenig vom übrigen Teil des Granulums ab. Dieser Teil ist erfüllt von zahlreichen, quer, schräg oder längs getroffenen virusartigen Körpern. Vergr.: 35 000 : 1. b) große, reife oder sich auflösende Prosekretgranula, die Zelle fast ausfüllend, „Kappe“ und einhüllende Membran noch ganz erhalten, im übrigen fast unkontrastiert. Hier wiederum gehäuft oder vereinzelt die virusartigen Stäbchen, teils quer, teils längs. Vergr. 41 000 : 1. Abb. 1 s. S. 583.



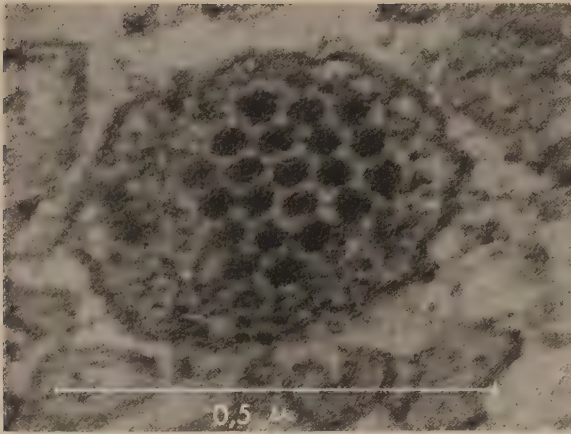


Abb. 2. Prosekretgranulum einer Zentralzelle der Speicheldrüse von *Myzus persicae* („Kappe“ nicht getroffen) mit 21 quer geschnittenen virusartigen Körpern des Typ I. Diese zeigen eine Innenstruktur: auf eine stark kontrastierete Hülle folgt eine helle Ringzone; dieser Wechsel von starker u. schwacher Kontrastierung wiederholt sich nach dem Innern noch einmal. Das Zentrum kann wieder stark kontrastiert sein. Vergr. 120 000 : 1.

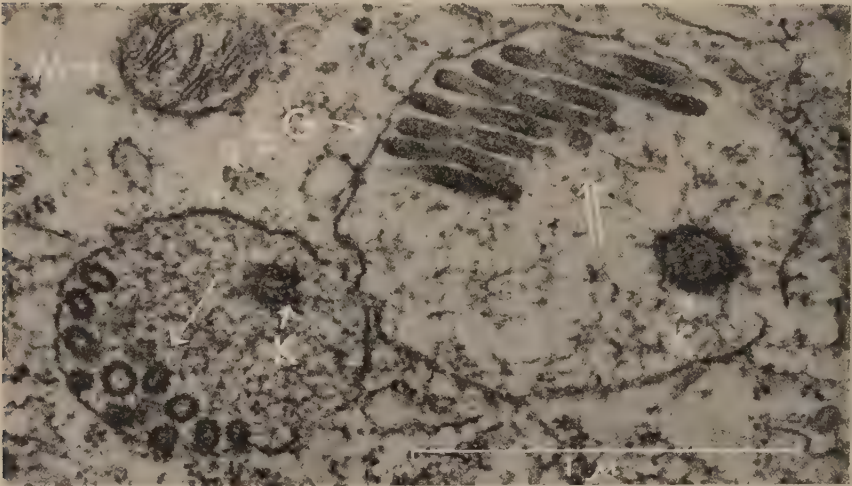


Abb. 3. Virusartige Körper des Typ II in stark aufgelösten Prosekretgranula in einer Zentralzelle der Speicheldrüse von *Myzus persicae*; Reste der „Kappe“ (K) der Granula noch vorhanden. Die Körper sind regelmäßig angeordnet, teils quer (einfacher Pfeil), teils schräg (Doppelpfeil) geschnitten. Ihr Aufbau aus einer starkwandigen, starkkontrastierten Hülle und dem wenig kontrastierten Kern ist bei den Querschnitten deutlich erkennbar. Die Schrägschnitte zeigen den Aufbau der Wandung. Vergr. 53 000 : 1.

lagen sie in diesen Prosekretgranula dicht gepackt und parakristallin angeordnet. Sie wurden im Quer-, Schräg- oder Längsschnitt festgestellt. In einem Prosekretgranulum zählten wir über 30 Stäbchen, auf dem Schnitt einer Zelle über 2000. Sie kamen nicht in allen Zentralzellen der Drüse, oft aber doch in mehreren vor, so daß bei einundderselben Drüse fast alle Schnitte mit Zentralzellen auch diese Stäbchen zeigten; in anderen Drüsen war allerdings offenbar nur eine einzige Zelle infiziert. Der Typ II (Abb. 3) fand sich bisher nur in einer Drüse, ebenfalls in den Prosekretgranula von einer Zentralzelle, in Nachbarschaft einer solchen, in der Typ I vertreten war. Dieser Typ II ist größer (Durchmesser etwa 55 μ , Länge zwischen 300 und 400 μ), die Stäbchen

sind mindestens an einem Ende blasig angeschwollen und haben eine stark kontrastierte Hülle und einen hellen zentralen Kern. Zahl und Anordnung dieses Typs entsprachen ungefähr denen von Typ I. Außer diesen Körpern kam in den Zentralzellen auch „Viroplasma“ vor.

Diskussion

Bei den aufgefundenen Körpern handelt es sich zweifelsfrei um anormale, anscheinend zellfremde Gebilde: sie traten in über 100 untersuchten Zentralzellen von etwa 30 Drüsen nichtinfektiöser Läuse niemals auf und fehlten auch in einzelnen Zentralzellen der infektiösen Läuse. Gebilde dieser Form und Größe sind aber am ehesten als Viren anzusprechen. Der Beweis, daß es sich hier tatsächlich um das Blattrollvirus oder um eine Form desselben handelt, ist selbstverständlich mit den vorliegenden Befunden noch nicht erbracht. Immerhin ist das Vorkommen in 8 Drüsen infektiöser Läuse und das Fehlen in über 30 Drüsen nichtinfektiöser Läuse so auffallend, daß diese Möglichkeit diskutiert werden muß. Man könnte sich wohl vorstellen, daß das Blattrollvirus nur im Vektor und hier vielleicht nur in bestimmten Organen wie in der Speicheldrüse seine volle Gestalt erreicht, während es als Infektionseinheit im Speichel und in der Pflanze nur in Form von Nucleinsäure vorliegt. Das würde die fehlende spezifische serologische Aktivität in der Pflanze und auch die fehlende mechanische Übertragbarkeit erklären. Im Speichel des Ausführkanals wurden die Körper bisher nie aufgefunden, in einem Fall jedoch sehr feine Fäden; möglicherweise handelt es sich auch bei den von Sprau (1952) und von Heinze (1955) abgebildeten Fäden um Nucleinsäure. Daß Viren nur in Form von Nucleinsäuren in der Pflanze vorkommen, machen die Untersuchungen von Sängner und Brandenburg (1961) beim Rattle-Virus sehr wahrscheinlich.

In Gestalt und Größe lassen sich die virusartigen Gebilde wohl den insektenpathogenen und auch den persistent übertragenen pflanzenpathogenen Viren zuordnen. Das Polyeder-Virus aus *Bombyx mori* hat eine Größe von 279 auf 40 m μ (Bergold 1958) und das vermutlich durch Zikaden übertragene Maisvirus (Herold et al. 1960) eine solche von 242 \times 48 m μ . Bei beiden Viren ist ein mantelförmiger Aufbau erkennbar. Ja, das Polyedervirus in der Raupe von *Pterolocera amplicornis* scheint einen fast gleichen Aufbau wie die hier beschriebenen Körper zu haben; die Abbildung von Querschnitten, die Day et al. (1958) geben, stimmt mit Abbildung 2 fast überein.

Außerordentlich auffallend ist die offensichtlich spezifische Affinität der Körper zu den Zentralzellen und hier wiederum zu den Prosekretgranula. Ein solcher Ort des Auftretens ist bisher bei Viren wohl noch nicht festgestellt worden, und man darf wohl gespannt darauf sein, ob sich diese Spezifität weiterhin bestätigt, auf welche Ursache sie zurückzuführen ist und welche Folge sie für die Fähigkeit von Blattläusen hat, Viren persistent zu übertragen.

Eine Beziehung zwischen dem „Viroplasma“ in Haupt- und Zentralzellen und den hier dargestellten Körpern läßt sich bis jetzt nicht sicher nachweisen, ebenso sind Vorstufen der genannten Körper bisher nicht eindeutig zu finden gewesen, auch bleibt das seltene Vorkommen von Typ 2 rätselhaft. Im Ganzen lassen die Untersuchungen jedoch schon erkennen, daß die Sichtbarmachung persistenter Viren im Vektor durchaus möglich sein dürfte.

Zusammenfassung

In 8 Speicheldrüsen von *Myzus persicae* (Sulz.), die an blattrollkranken Kartoffeln gesaugt hatten und von denen nachweislich 6 infektiös waren, traten virusartige, stäbchenförmige Körper auf und zwar ausschließlich in den jüngeren, reifen oder sich auflösenden Prosekretgranula oder in Prosekrettröpfchen der Zentralzellen der Hauptdrüse. Die Stäbchen waren etwa 200 μ lang und 30 μ dick und hatten vielfach einen mehrschichtigen Aufbau (Typ I). Der nur in einer Zelle gefundene Typ II war größer (300–400 μ lang, etwa 55 μ dick), mindestens an einem Ende blasig angeschwollen, mit dunkler Hülle und hellem Kern. Die Körper lagen vereinzelt oder in Bündeln bis über 30 geordnet in einem Granulum, oft waren die meisten Granula einer Zelle befallen, so daß auf dem Querschnitt einer Zelle über 2000 Körper zu sehen waren. Es konnten eine oder fast alle Zentralzellen einer Drüse befallen sein. Es wird diskutiert, ob es sich hier im Vektor um die eigentliche Gestalt des Blattrollvirus der Kartoffel handelt, während als Infektionseinheit und in der Pflanze das Virus nur in Form der Nukleinsäure vorliegen mag.

Summary

Eight salivary glands of *Myzus persicae* (Sulz.) having sucked on potato plants infected by leaf roll virus, were investigated. Six of the eight aphids were evident infectious. In the eight salivary glands appeared viruslike, rod-shaped corpuscles, that is exclusive within the younger, mature or reducing prosecretgranula or within little prosecret-spots of the central cells of the main gland. The rods were about 200 μ long and 30 μ thick and often had a laminated structure (type I). The type II that was only found in one cell, had a larger size (300–400 μ long, about 50 μ thick). It was at least at one end vesicularly swollen, with a thick skin and a light center. The corpuscles were found solitary or ordered to bundles with at the most more than 30 in one granulum; often most granula of a cell were attacked, so that on a crosscut of a cell there were to see more than 2000 corpuscles. It could happen, that only one central cell was attacked or all the central cells. It is discussed if it is the real form of the potato leaf roll virus, that we find here in the vector. As infectious unity and in the plant, virus may be found only in the form of nucleic acid.

Literatur

- Bartels, R.: Über Versuche zur Herstellung eines Antiserums gegen Kartoffelblattrollvirus. — NachrBl. dtsh. PflSchDienst, Braunschweig **2**, 38–40, 1950.
- Beemster, A. B. R.: Experiments on the Serological Diagnosis of the Potato Leaf Roll Virus. — Proc. Second Conf. Potato Virus Diseases, 43–44, 1955.
- Bergold, G. H.: Viruses of Insects. — Handbuch d. Virusforschung **4**, Hrg. v. C. Hallauer und K. F. Meyer, Wien, S. 60–142, 1958.
- Day, M. F., Farrant, J. L. and Potter, Corelie: The Structure and Development of a Polyhedral Virus Affecting the Moth Larva, *Pterolocera amplicornis*. — J. Ultrast. Res. **2**, 227–238, 1958.
- Day, M. F. and Zaitlin, M.: Infectivity and electron microscopy of extracts of *Physalis floridana* plants infected with potato leaf roll virus. — Phytopath. Z. **34**, 83–85, 1959.
- Harrison, B. D.: Studies on the Behavior of Potato Leaf Roll and Other Viruses in the Body of Their Aphid Vector *Myzus persicae* (Sulz.). — Virology **6**, 265–277, 1958.
- Heinze, K.: Versuche zur Übertragung des Blattrollvirus der Kartoffel in den Überträger (*Myzodes persicae* Sulz.) mit Injektionsverfahren. — Phytopath. Z. **25**, 103–108, 1955.
- Herold, F., Bergold, G. H. and Weibel, J.: Isolation and Electron Microscopic Demonstration of a Virus Infecting Corn (*Zea mays* L.). — Virology **12**, 335–347, 1960.
- Moericke, V. und Wohlfarth-Bottermann, K. E.: Zur funktionellen Morphologie der Speicheldrüsen von Homopteren. IV. Mitt. Die Ausführungsgänge der Speicheldrüsen von *Myzus persicae* (Sulz.), *Aphididae*. — Z. Zellf. **53**, 25 bis 49, 1960 (hier weitere Lit.).

- Sänger, H. L. und Brandenburg, E.: Über die Gewinnung von infektiösem Preßsaft aus „Wintertyp“-Pflanzen des Tabak Rattle Virus durch Phenol-extraktion. — *Naturwissenschaften* **48**, 391, 1961.
- Sprau, F.: Elektronenoptische Darstellung des Blattrollvirus der Kartoffel mit einem kurzen Überblick über die Elektronenmikroskopie in der Virusforschung. — *Z. PflBau u. PflSchutz* **3**, 213–221, 1952.
- Stegwee, D. and Ponsen, M. B.: Multiplication of Potato Leaf Roll Virus in the Aphid *Myzus persicae* (Sulz.). — *Ent. exp. et appl.* **1**, 291–300, 1958.
- Toth, L.: Beiträge zur Kenntnis der Aphidenspeicheldrüse. — *Z. Morph. Ökol. Tiere* **30**, 496–505, 1936.
- Weber, H.: Skelett, Muskulatur und Darm der schwarzen Blattlaus *Aphis fabae* (Scop.). — *Zoologica* (Stuttgart) **28**, H. 76, 1928.
- Wohlfarth-Bottermann, K. E.: Die Kontrastierung tierischer Zellen und Gewebe im Rahmen ihrer elektronenmikroskopischen Untersuchung an ultradünnen Schnitten. — *Naturwissenschaften* **44**, 287–288, 1957.

Zur Pathologie der Gemüsekeimung

Von H. Bremer

Beizt man Gemüsesaatgut, um besseren Aufgang zu erzielen, so reagieren die verschiedenen Saatgutarten unterschiedlich auf die Behandlung: stark meistens Spinat, Erbse, Bohne und Gurke, bald stärker bald schwächer Kohl, Möhre und Salat, gewöhnlich schwach oder gar nicht Sellerie, Tomate und Zwiebel (1).

Woran liegt das? Handelt es sich um stärkere oder schwächere direkte Beeinflußbarkeit durch die Beizchemikalien, oder sind die verschiedenen Saatgutarten bei der Keimung und dem Aufgang in unterschiedlichem Maße schutzbedürftig, mit anderen Worten, haben die auf Beizung wenig reagierenden Samenarten von sich aus schon genügenden Schutz gegen Keimung und Aufgang störende Faktoren?

Der wesentlichste dieser Faktoren dürfte, gesundes, gut keimfähiges Saatgut vorausgesetzt, der Angriff pathogener Mikroorganismen sein. Er wird begünstigt durch Keimung und Aufgang verlangsamende Bedingungen, in erster Linie also Kälte und Luftmangel im Boden.

Versucht man zur Prüfung der genannten Frage diese ungünstigen Bedingungen im Boden experimentell zu ersetzen, so erhält man nur den allgemeinen Eindruck, daß z. B. auf Beizung stark reagierende Samenarten wie Erbsen dadurch stark geschädigt werden können, andere wie z. B. Kohl weniger. Doch sind die Schwankungen in den Keimzahlen nach der Beschaffenheit der verschiedenen Saatgutherkünfte und Böden in diesem Falle zu groß, um eindeutige Ergebnisse zu ermöglichen.

Weitere Versuche wurden daher in Petrischalen auf Fließpapier durchgeführt und die genannten Hemmungsfaktoren für die Keimung, Kälte und Luftmangel, getrennt zur Wirkung gebracht. Die Samen wurden im feuchten Keimbett einige Zeit, meist 15 Tage lang, im Kühlschrank bei etwa 4–8°C oder unter Wasser gehalten, bevor sie zur Prüfung der weiteren Keimung bei normaler Zimmertemperatur in den Schalen aufgestellt wurden. Eintauchen der Samen in Wasser hat zwar nicht nur Luftmangel zur Folge, sondern auch erhöhte Quellung und Auslaugung von Inhaltsstoffen; doch ist damit bei Aussaaten in hochgradig feuchtem Naturboden ja auch zu rechnen. Die Versuche

wurden mit verschiedenen Sorten und Herkunftsn folgender 10 Gemüsearten durchgeführt: Spinat, Weißkohl, Erbse, Bohne, Möhre, Sellerie, Gurke, Tomate, Kopfsalat und Zwiebel.

Es zeigte sich, wie vorausszusehen war, daß die Kältebehandlung für die Gemüsesämereien unseres Klimas im allgemeinen keine direkte Störung der Keimung zur Folge hat. Lediglich die aus wärmerem Klima stammenden Samenarten Bohne und Gurke, nicht Tomate, ließen in 4 von 6 Versuchen dabei in der Keimung nach, Bohne um 12–73%, Gurke um 16–40%, außerdem Sellerie um 21–34%. Der Rückgang in der Keimung war bei Bohne durch vermehrte Fäulnis verursacht, bei Sellerie durch verstärktes Überliegen der Samen.

Die unterschiedliche Reaktion der verschiedenen Gemüsesämereien auf 15tägiges Übersichten mit Wasser war schon an der Trübung des Wassers und der Bildung von Kahlhäuten und Fäulnisgeruch zu erkennen. Eine Übersicht ergibt Tabelle 1.

Tabelle 1¹⁾

	Spinat	Weißkohl	Erbse	Bohne	Möhre	Sellerie	Gurke	Tomate	Salat	Zwiebel
Trübung . . .	3/4	3/4	4/4	4/4	3/4	2/4	3/4	0/4	3/4	3/4
Kahlhautbildung . . .	7/7	4/6	5/5	5/5	7/7	5/7	7/7	0/7	6/7	7/7
Fäulnisgeruch .	7/8	7/7	6/6	6/6	3/8	0/8	6/8	0/8	8/8	8/8

¹⁾ Die erste Zahl ist die der positiven Reaktionen, die zweite die der Versuche, bei denen die Reaktion notiert wurde.

Die stärksten Anzeichen mikrobieller Tätigkeit zeigte also Wasser, das Erbsen und Bohnen enthielt; Wasser über Tomatensamen blieb unbeeinflusst. Bei den übrigen Samenarten war Veränderung des Wassers in mittleren Graden zu beobachten, wenig über Möhre und noch weniger über Sellerie.

Bei der auf das Tauchen folgenden Keimprüfung erwies sich die Keimung im allgemeinen als vermindert, doch sehr verschieden stark (Tabelle 2).

Tabelle 2. Keim-%, Kontrolle = 100.

Versuch	Tauchbehandlg. Tage	Spinat	Weißkohl	Erbse	Bohne	Möhre	Sellerie	Gurke	Tomate	Salat	Zwiebel
1	6	0	0	0	0	67	92	27	100	1	59
2	13						97				
3–5	12		94				90	43			
6–7	6			0	0						
8–9	15	10				31					
10	15	73									
11	15	65	0	0	0	38	0	13	95	43	80
12	15	40	59	0	0	76	76	5	100	14	76
13	15	63	0	0	0	35	111	50	93	0	93
14	15	15	0	0	0	43	55	37	91	0	73
15	15	40				31	60	46	94	0	76
16	15	17	3			79	23	89	84	10	65

Trotz manchen, wohl durch die beabsichtigte Mannigfaltigkeit des Versuchsmaterials zu erklärenden Ungleichmäßigkeiten treten die Haupttendenzen hervor: Erbsen- und Bohnensamen, ausgelaugt und erstickt, faulen schon nach 6 Tagen unter Wasser völlig weg (s. auch 2). Tomatensamen werden nicht oder kaum geschädigt. Die übrigen Samen nehmen eine Mittelstellung ein, wobei die Schädigung etwa in der Reihe Salat > Spinat, Gurke > Möhre > Sellerie, Zwiebel absinkt. Kohl läßt sich schwer in die Reihe einordnen: die erhaltenen Keimzahlen schwanken zwischen Totalschaden und geringer Schädigung. Die Schädigung des Keimvorganges bestand nicht immer im Absterben und Faulen der Samen. Ein Teil von ihnen blieb fest und im Aufbau unverändert, keimte aber nicht, „lag über“. Diese auch von unbehandelten Samen bekannte Erscheinung wurde durch die Wasserbehandlung gewöhnlich verstärkt. In 5 Versuchen wurde der Anteil überliegender Samen ermittelt (Tabelle 3).

Tabelle 3¹⁾

Versuch	Spinat	Weißkohl	Erbse	Bohne	Möhre	Sellerie	Gurke	Tomate	Salat	Zwiebel
12	0/0	2/0	0/0	0/0	10/ 6	22/ 9	33/0	0/0	0/0	0/0
13	18/1	2/0	0/0	0/0	34/26	34/22	24/0	6/0	0/0	3/0
14	17/3	0/0	0/0	0/0	33/ 6	43/11	2/4	12/4	0/0	2/0
15	44/0				46/36	78/70	36/0	8/4	1/0	0/0
16	55/1				20/ 6	89/61	10/0	14/2	0/0	0/0

¹⁾ Die Zahl vor dem Strich ist der Prozentsatz überliegender Samen nach Behandlung, die hinter dem Strich der der Kontrolle.

Überliegen kommt danach besonders bei den beiden Samenarten aus der Umbelliferenfamilie vor, und seine Zunahme nach der Behandlung ist hier für die Keimschädigung größtenteils verantwortlich. Auch bei der Keimung von Spinat und Gurke spielt dieser Faktor eine Rolle.

Das unterschiedliche Verhalten der verschiedenen Gemüsesämereien bei chemischer Beizung findet nach diesen Ergebnissen im wesentlichen seine Erklärung durch ihre verschieden ausgeprägte Fähigkeit, sich unter ungünstigen Keimungsbedingungen (Luftmangel und Auslaugung durch starke Feuchtigkeit) bei langer Dauer dieses Zustandes durch niedere Temperatur selbst zu schützen. Worin dieser Selbstschutz besteht, ist aus den Versuchsergebnissen nicht zu entnehmen. Doch kann versucht werden einiges davon zu erörtern.

Da es sich um systematisch weit voneinander entfernte Samenarten handelt, ist an eine einheitliche Ursache für die Resistenz gegen Keimschädigung nicht zu denken. Allgemein könnte allenfalls an verschiedene Quellungsgeschwindigkeit bei der Keimung gedacht werden und damit an verschiedenen schnelle Auflockerung des Samengefüges. Die resistenten Zwiebelsamen nehmen aus feuchter Luft langsamer Wasser auf als die anfälligen Salatsamen (3). Die Quellungsgeschwindigkeit der im Versuch stehenden Sämereien wurde mehrfach gemessen. Doch ergab sich als für unser Thema wesentlich nur, daß die leicht geschädigten Arten Erbse, Bohne und Salat schnell quellen und dabei hohen Wassergehalt erreichen, während die resistenten Zwiebelsamen langsam und weniger intensiv quellen.

Ein weiterer Faktor bei der Keimungsstörung unter diesen Umständen dürfte die Höhe der Auslaugung sameneigener Stoffe durch Wasser sein. Sie muß die Samen schädigen und gleichzeitig Ansammlung und Vermehrung von Mikroorganismen in ihrer Umgebung begünstigen. Die starke Ausscheidung solcher Stoffe bei den hochempfindlichen Erbsen- und Bohnensamen ist an der schnellen und starken Trübung des Wassers beim Tauchen solcher Samen ohne weiteres ersichtlich. Für die nächstempfindliche Samenart Salat gibt Booth Zuckerausscheidung an (4).

Ob ein spezifischer Schutz gegen Eindringen von pathogenen Mikroorganismen in gewisse Samenarten besteht, wurde nicht untersucht. Doch ist auch an aktiven Schutz durch Ausscheidung von Antibiotika zu denken. Untersuchungen darüber liegen vor. Nach Ferenczy ist bei Spinat-, Erbsen-, Bohnen-, Möhren-, Sellerie- und Tomatensamen keine antibiotische Wirkung festzustellen (5), nach Lucas, Lewis und Sell und Marruzzella und Freundlich eine solche bei Kohl- (6, 7), nach den letztgenannten auch bei Selleriesamen (8). Hovadík gibt antibakterielle Wirkung von Spinat-, Kohl-, Bohnen-, Möhren-, Sellerie-, Tomaten- und Zwiebelsamen an (9). Diese gegensätzlichen Angaben sind verständlich: Die Ausscheidung von Antibiotika dürfte je nach dem individuellen physiologischen Zustand des Samens sehr verschieden stark ausfallen, manchmal auch dort ganz fehlen, wo sie normalerweise gefunden werden kann. Wenn vorhanden, ist ihre Wirkung gegen verschiedene Arten von Pathogenen sicher ganz unterschiedlich. Immerhin macht das immer sich wiederholende Fehlen von Fäulniserscheinungen beim Übersichten von Sellerie- und Tomatensamen mit Wasser in unseren Versuchen es wahrscheinlich, daß die Resistenz dieser Samenarten mindestens teilweise durch antibiotische Wirkung erklärbar ist. Bei Sellerie spricht für dieses Verhalten noch folgende Beobachtung: Ciliaten, vermutlich der Gattung *Colpidium*, wurden in Wassertropfen, die Selleriesamen enthielten, bald bewegungslos, rundeten sich ab und zerfielen schließlich. Ob die Ausscheidung von Hemmstoffen durch Selleriesamen, die Keimungshemmung bei Dichtsaat zur Folge hat (10), hiermit in Zusammenhang steht, sei dahingestellt. Ferenczy führt die Erscheinung der Keimruhe und die der antibakteriellen Wirkung bei Samen auf eine und dieselbe Substanz zurück (11). Auch die Tatsache, daß mit den als antibiotisch wirksam angegebenen Kohlsamen die für Sellerie geschilderte Wirkung gegen Ciliaten gelegentlich erzielt wurde, in anderen Fällen nicht, soll hier mit der in Tabelle 2 gezeigten zwischen 0 und fast 100% schwankenden Resistenz gegen schädliche Einflüsse bei der Keimung zusammengestellt werden, ohne schon einen Schluß daraus ziehen zu wollen.

Zusammenfassung

Die Erscheinung geringer Reaktion bestimmter Gemüsesämereien auf die Beizung zum Schutz gegen schlechten Aufgang wird auf erhöhten Selbstschutz dieser Samenarten gegen aufgangshemmende Einflüsse zurückgeführt. Er zeigt sich besonders deutlich, wenn man sie nach längerem Aufenthalt unter Wasser der Keimprüfung aussetzt.

Summary

Observations on the pathology of germination in seeds of vegetable plants

Chemical treatment of seeds does not lead to improved emergence with certain vegetable plants, for instance celery, tomato, and onion. This phenomenon seems to be connected, at least in tomato and celery, with an increased ability of these

species to protect themselves against pathogens in the course of germination, shown by them, in contrast to other species of vegetable seeds, especially after having been soaked in water for some time.

Literatur

1. Bremer, H.: Chemische Saatgutbehandlung bei Gemüse. — Gartenbauwissenschaft **22** (4), 364–396, 1957.
2. Eyster, H. C.: The cause of decreased germination of bean seeds soaked in water. — Amer. J. Bot. **27**, 652–659, 1940.
3. Crocker, W. C. and Barton, L. V.: Physiology of seeds. — Waltham 1953.
- *4. Booth, A.: Non-hormonal growth promotion shown by aqueous extracts. — J. exp. Bot. **9**, 306–310, 1958. (Ref.: Ber. wiss. Biol. **132**, 66, 1959.)
5. Ferenczy, L.: Occurrence of antibacterial compounds in seeds and fruits. — Acta Biol. Acad. Sci. Hung. **6**, 317–323, 1956.
- *6. Lucas, E. H., Lewis, R. W. and Sell, H. M.: An antibiotic principle derived from seeds of *Brassica oleracea*. — Quart. Bull. Michigan Agr. Exp. Sta. **29**, 4–6, 1946. (Ref.: Gerstner, W.: Antibiotische Substanzen von Samenpflanzen. — NachrBl. dtsh. PflSchDienst, Berlin **10**, 1–7, 1956.)
7. Marruzzella, J. C. and Freundlich, M.: Antimicrobial substances from resistant and non-resistant seeds. — Nature **183**, 972–973, 1959.
- *8. Marruzzella, J. G. and Freundlich, M.: Antimicrobial substances from seeds. — J. Amer. pharm. Ass. **48**, 356–358, 1959. (Ref.: Ber. wiss. Biol. **140**, 198, 1960.)
9. Hovadík, A.: (Antimikrobielle Stoffe in Gemüsearten.) — Sborn. českosl. akad. zeměd. věd, rostl. výr. **19**, 589–606, 1956.
10. Rademacher, B.: Gegenseitige Beeinflussung höherer Pflanzen. — Handb. Pflanzenphysiologie Bd. **11**, 655–706, 1959.
- *11. Ferenczy, L.: Antibacterial substance in seeds of *Fraxinus excelsior* L. — Acta Biol. N.S., Szeged, **2**, 13–14, 1956. (Ref.: Duquénois, P. et Schaelderlé, D.: Revue complémentaire sur les antibiotiques des plantes supérieures. — Bull. Soc. Bot. France **105**, 526–560, 1958.)

Mit Stern versehene Arbeiten wurden nur im Referat eingesehen.

Versuche zur Bekämpfung der Kohlschotenmücke (*Dasyneura brassicae* Winn.) und des Kohlschotenrüßlers (*Ceuthorrhynchus assimilis* Payk.) in Rapsbeständen mit bienenunschädlichen Präparaten im Sprühverfahren vom Hubschrauber aus

Von Claus Buhl

(Biologische Bundesanstalt, Institut für Getreide-, Ölfrucht- und Futterpflanzenkrankheiten, Kiel-Kitzeberg)

und Hans Hornig

(Pflanzenschutzamt des Landes Schleswig-Holstein, Bezirksstelle Kappeln)

Mit 1 Abbildung

Seit einiger Zeit ist die Bekämpfung der Kohlschotenmücke (*Dasyneura brassicae* Winn.) und des Kohlschotenrüßlers (*Ceuthorrhynchus assimilis* Payk.) während der Blüte mit Hilfe von Kaltnebelgeräten vom Feldrand aus möglich (Waede 1961). Dieses Verfahren löst die seit Jahren behelfsmäßig durchgeführten zahlreichen Randbehandlungen mit bienenunschädlichen Stäube-

mitteln (Hornig 1960) ab. Bei geschlossenen Flächen über 10 ha Größe stößt seine Durchführung aber auf Schwierigkeiten, da ein ein- oder mehrmaliges Durchfahren der Bestände notwendig wird. Außerdem ist der Einsatz wegen der Abhängigkeit von Wind und Thermik im allgemeinen nur nachts möglich. Es wurde daher versucht, eine Behandlung der Bestände im Sprühverfahren vom Hubschrauber aus vorzunehmen. Über das Ergebnis der Versuche soll in Folgendem berichtet werden.

Der Mückenflug 1960

Zur Ermittlung des günstigsten Bekämpfungstermines wurden eingehende Untersuchungen über den Verlauf des Massenwechsels der Kohlschotenmücke durchgeführt. Ab Anfang April wurden in kurzen Zeitabständen von einem Feld, das im Vorjahr Raps getragen hatte, laufend Erdproben entnommen, die darin enthaltenen *Dasyneura*-Kokons ausgeschwemmt und auf ihren Inhalt untersucht. Das Ergebnis ist in Tabelle 1 niedergelegt. Die auf diese Weise gewonnenen Daten stimmten, wie mehrmals stichprobenweise nachgeprüft wurde, mit den tatsächlichen Zuflugdaten auf den Rapsbeständen im Versuchsgebiet Eckernförde gut überein. Außerdem wurde auf dem Versuchsfeld in Kiel-Kitzeberg an mehreren Stellen durch Lichtfallen (Waede 1960) das Schlüpfen der Mücken laufend kontrolliert. Die Ergebnisse sind in Abbildung 1 graphisch dargestellt. Es zeigte sich einmal, daß, wie bereits früher nachgewiesen wurde (Buhl 1960), der Massenflug der Kohlschotenmücke beider Generationen mit dem Beginn der Hauptblütezeit des Winter-

Tabelle 1. *Dasyneura brassicae* Winn., Kitzeberg 1960. Kokonuntersuchungen zur Vorhersage des Massenfluges

Datum	Inhalt der Kokons in Prozenten				Bemerkungen
	leer	<i>Dasyneura</i> Larve	<i>Dasyneura</i> Puppe	parasitiert	
29. April	—	80	—	20	
2. Mai	—	48	52	—	Puppen noch weiß
4. Mai	6	48	46	—	20% der Puppen beginnen sich rot zu färben
5. Mai	—	30	70	—	
6. Mai	—	20	68	12	
7. Mai	2	13	81	4	Erste, voll ausgefärbte Puppen mit schwarzen Körperanhängen
9. Mai	—	14	84	2	
10. Mai	6	10	82	2	
11. Mai	2	20	68	10	Erste Mücken im Freiland
12. Mai	10	8	74	8	40,5% der Puppen voll ausgefärbt mit schwarzen Körperanhängen
13. Mai	10	8	78	4	
16. Mai	74	4	22	—	Massenflug im Freiland
17. Mai	77	2	21	—	
21. Mai	76	11	9	4	
25. Mai	90	6	1	3	
3. Juni	88	10	—	2	
7. Juni	94	6	—	—	
14. Juni	92	7	—	1	

bzw. Sommerrapses zusammenfällt. Zum anderen ist ersichtlich, daß der 1. Hubschraubereinsatz (16. und 19. 5. 1960) den Zeitpunkt des Massenfluges der Mücken gut erfaßte und der 2. Einsatz (28. 5. 1960) für eine nochmalige Behandlung gleichfalls günstig lag.

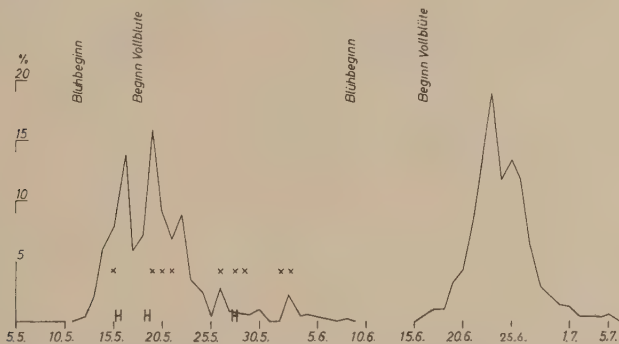


Abb. 1. *Dasyneura brassicae* Winn. Kitzberg 1960. Schlupf der 1. und 2. Mücken-generation auf dem Versuchsfeld in Kitzberg. Ergebnisse aus Lichtfallen, zeitlich dargestellt als prozentualer Anteil am Gesamtvorkommen der Mücken.
× Starker Mückenzufuß in den Rapsbeständen des Versuchsgebietes (Eckernförde) nach Ketscherfängen und Feldbeobachtungen. H Hubschraubereinsatz.

Der Rüsselflug 1960

Das Auftreten des Kohlschotenrüsselers, des wichtigsten Wegbereiters der Kohlschotenmücke (Buhl 1957), wurde auf den Rapsbeständen des Versuchsfeldes in Kiel-Kitzeberg durch regelmäßige Ketscherfänge laufend verfolgt. Unsere Fangausbeute gibt Tabelle 2. Ähnlich lagen die Verhältnisse im Versuchsgebiet Eckernförde. Auch hier wurde der Zufuß der Käfer laufend überwacht.

Tabelle 2. Kohlschotenrüssler (*Ceuthorrhynchus assimilis* Payk.) Kiel-Kitzeberg 1960. Anzahl der Käfer in je 20 Fangschlägen vom Winter- und Sommerraps

Datum	Entwicklungszustand der Pflanzen	Anzahl Käfer in 20 Ketscherfängen
Winterraps		
26. April	● ● ●	—
4. Mai	○ ○ ○	21
5. Mai	○ ○ ○	78
6. Mai	○ ○ ○	84
10. Mai	○ ○ ○	30
16. Mai	○ ○ ×	568
19. Mai	○ × ×	287
22. Mai	× × ×	128
24. Mai	× × ×	86
1. Juni	× × /	113
8. Juni	/ / /	53
Sommerraps		
8. Juni	○ ○ ×	53
14. Juni	○ × ×	69
21. Juni	× × /	43
8. Juli	/ / /	20
14. Juli	/ / /	2
21. Juli	/ / /	1

● Kleinknospe, ○ Großknospe > 3 mm, × Blüte, / Schotenansatz.

Organisation und technische Durchführung

Für die Durchführung der Versuche wurde der als starkes *Dasyneura*-Schadgebiet seit Jahren bekannte Raum um Eckernförde gewählt. Hier standen 10 bis 25 ha große Winterrapsbestände für die geplanten Versuche zur Verfügung. Nachdem wir starken Zuflug von *Ceuthorrhynchus assimilis* (ab 12. 5.) und von *Dasyneura brassicae* (ab 15. 5.) festgestellt hatten, wurde am 16. Mai um 18 Uhr der erste Hubschraubereinsatz geflogen (Typ: Bell 47 G-2). Gegen 21 Uhr setzte leichter Regen ein, der bis zum 18. 5. anhielt, so daß die Aktion erst am 19. 5. gegen 14 Uhr fortgesetzt und am selben Tag beendet werden konnte.

Nachdem sich am 26. 5. zeigte, daß die Wirkung — zumindest gegen den Rübler — nachließ und starker Neuzuflug beider Schädlinge eingesetzt hatte, wurde am 27. Mai ein zweiter Einsatz durchgeführt.

Zur Anwendung kamen als Insektizide die bienenunschädlichen Handelspräparate Thiodan-Spritzpulver und Toxaphen-Emulsion in Aufwandmengen von 2,4 kg bzw. 2 l je ha. Der Wirkstoffanteil betrug 0,41 kg bzw. 1 kg je ha. Der Sprühmengenverbrauch lag bei 40 l/ha. Die Feldränder wurden zusätzlich behandelt (eine Flugbreite). Die an den Einsatztagen herrschenden Windgeschwindigkeiten (bis 4 m/sec) beeinflussten den Sprüheinsatz nicht. Das mit Hilfe schwarzer Tafeln erfaßte Sprühbild ergab einen durchschnittlichen Besatz von 106,6 Tropfen/cm², das sind 1 066 000 Tropfen/m². Der Einbau geeigneter Kontrollen auf den Versuchsschlägen erwies sich als schwierig. Die nicht beflogenen Parzellen hatten nur eine Größe von höchstens 2500 m² und waren zumeist an 3 Seiten von behandelten Feldteilen eingeschlossen. Außerdem wurden die Feldränder der Kontrollen mit behandelt.

Auswertung der Ergebnisse

Den Bekämpfungserfolg des Hubschraubereinsatzes versuchten wir durch die Untersuchung eines umfangreichen Schotenmaterials zu ermitteln. Wir sind uns darüber klar, daß auch diese Methode nicht vollkommen ist, da die entnommenen Pflanzenproben, die aus arbeitstechnischen Gründen, bezogen auf die Gesamtfläche des behandelten Bestandes, in jedem Fall nur klein sein können, nicht immer repräsentativ für den betreffenden Schlag sein werden. Wir suchten diesen Fehler durch die Untersuchung einer möglichst großen Anzahl von Schoten auszugleichen. Insgesamt wurden 259 180 Schoten auf Schädlingsbefall ausgewertet. Die Schoten dieser Pflanzen wurden im Laboratorium einzeln nach dem Schadbild auf Befall ausgewertet. Als *Dasyneura*-befallen galten Schoten, die ganz oder teilweise aufgetrieben und vorzeitig vergilbt oder überhaupt schon aufgeplatzt waren. Für *assimilis*-Befall war das kreisrunde, mit bloßem Auge gut sichtbare Ausschlußloch der Larve ein sicheres Befallszeichen. Von insgesamt 76 Pflanzenproben wurden außerdem je 200 Schoten geöffnet, um festzustellen, in welchem Umfang *Dasyneura*- oder *assimilis*-Befall bei der gewählten Augenschein-Methode nicht mit gezählt worden ist. Dabei zeigte sich, daß bei der *Dasyneura* durchschnittlich nur 0,7% und beim *assimilis* durchschnittlich 9,2% der tatsächlichen Befallswerte nicht erfaßt wurden.

Außer diesen Befallsauszählungen wurden die Druschergebnisse von beflogenen und nicht bzw. unzureichend behandelten Beständen des Kreises Eckernförde zur Beurteilung des Bekämpfungserfolges mit herangezogen. Wenn auch die so gewonnenen absoluten Ertragsdifferenzen aus verständlichen Gründen (verschiedene Bodenverhältnisse, Saatzeit, Düngung, Pflegemaßnahmen) nicht allein auf den Insektizideinsatz zurückgeführt werden dürfen, so können die Unterschiede unserer Ansicht nach doch als annähernde Vergleichswerte angesehen und mit berücksichtigt werden.

In Tabelle 3 sind die Werte nach den aufgezeigten Gesichtspunkten zusammengestellt worden. Sie lassen deutlich einen Erfolg der durchgeführten Maßnahmen erkennen. Sichtbare Unterschiede zwischen den gewählten Insektiziden konnten in unseren Versuchen nicht festgestellt werden, wobei allerdings hervorgehoben werden muß, daß der Wirkstoffgehalt bei Toxaphen um 32,5% höher lag als bei Thiodan.

Tabelle 3. Kiel 1960. Wirkung des Einsatzes eines Hubschraubers (1. Einsatz 16./19. Mai, 2. Einsatz 28. Mai) zur Bekämpfung der Kohlschotenmücke und des Kohlschotenrüsslers mit Toxaphen und Thiodan in blühenden Rapsbeständen. Probeentnahme 20. und 30. Juni 1960. (Die Randbehandlungen erfolgten mit 20 bis 25 kg/ha Toxaphen-Staub)

Versuchs-(V) u. Kontroll- schläge (K)	Anzahl der Flugzeug- einsätze (F) und Rand- behandlun- gen (R)	% <i>Dasyneura</i> - und <i>assimilis</i> ()- befallener Schoten			Netto- Ertrag in dz/ha
		Thiodan (17,5%) 2,4 kg/ha	Toxaphen (50%) 2,0 l/ha	Kontrollen	
V I (20 ha)	1 F 2 F	4,1 (—) 1,8 (—)	— —	15,9 (—) 15,9 (—)	23
V II (16 ha)	2 F	1,4 (0,2)	2,2 (0,2)	9,1 (7,9)	30
V III (25 ha)	2 F	9,1 (15,7)	8,1 (12,3)	12,9 (9,9)	28
V IV (26,5 ha)	5 R + 1 F	—	6,5 (9,0)	25,5 (18,0)	27
V V (25 ha)	2 R + 2 F	—	9,0 (0,6)	—	34
V VI (10 ha)	1 F + 1 R	35,6 (30,5)	30,8 (39,0)	39,6 (29,2)	21
K I (4 ha)	4 R	—	—	15,4 (35,2)	19
K II (8 ha)	keine Behandlung	—	—	31,8 (27,0)	12
K III (15 ha)	3 R	—	—	40,4 (18,3)	15,8
K IV (10 ha)	keine Behandlung	—	—	44,7 (20,0)	10

Phytotoxische Schäden traten nicht ein. Bienenverluste waren nicht zu verzeichnen, obwohl Bienenstände überflogen und besprüht wurden.

Im einzelnen ist zu den Ergebnissen zu sagen: Die Kontrollen auf den Versuchsschlägen wiesen nicht den tatsächlichen Befallsgrad unbehandelter Schläge auf, da sie, wie oben ausgeführt, relativ klein waren, die Feldränder behandelt wurden und zum Teil dreiseitig an die behandelten Feldteile angrenzten. Der relativ niedrige Kornertrag in Versuch I erklärt sich einmal aus der Tatsache, daß der Raps aus dem Stand im Mähdrusch geerntet wurde und daher mit Ausfall gerechnet werden mußte. Zum anderen wurde nach den Flugeinsätzen am 16. und 19. Mai nur noch eine Randbehandlung am 28. Mai durchgeführt, so daß der Neuzugflug vom 26. Mai nicht ausreichend abgewehrt wurde. Das Ergebnis auf Versuchsschlag VI zeigt, daß ein Flugzeugeinsatz und nur eine Randbehandlung wegen der langen Dauer des Schädlingsfluges 1960 sicher nicht ausreichten.

Zusammenfassung

Zusammenfassend kann nach den bei unseren Versuchen zur Bekämpfung der Kohlschotenmücke und des Kohlschotenrüsslers gemachten Erfahrungen folgendes gesagt werden:

1. Wenige Randbehandlungen allein genügen nicht; es sei denn, daß mit ihnen rechtzeitig (mit Blühbeginn) begonnen wird und diese insgesamt 6–8mal wiederholt werden. Diese Maßnahme ist aber sehr arbeitsaufwendig und auch dann nicht immer befriedigend.

2. Bei Beständen unter 10 ha ist der Einsatz von Kaltnebel-Bodengeräten günstiger (Waede 1961).
3. Bei größeren Beständen (über 10 ha) und kleineren Feldern (über 3 ha) in geschlossener Anbaulage scheint uns am besten, mit 1–2 Randbehandlungen den ersten Anflug beider Schädlinge abzufangen und mit dem Zeitpunkt des Massenanfluges der Kohlschotenmücke eine Ganzflächenbehandlung mit dem Hubschrauber im Sprühverfahren vorzunehmen. Diese ist bei einer langen Dauer des Insektenfluges gegebenenfalls zu wiederholen. Anderenfalls müßten noch 2–3 weitere Randbehandlungen nach dem Hubschraubereinsatz erfolgen.
4. Der Hubschrauber (Helikopter) ist infolge seiner vorzüglichen Flugeigenschaften dem Starrflügler (Buhl und Waede 1958) zur Schädlingsbekämpfung in Ölfruchtkulturen weitaus überlegen.

Da der Massenflug beider Schädlinge erst zu Beginn der Vollblüte des Rapses einsetzt, dürfen zum Schutze der Bienen in jedem Fall nur bienenunschädliche Präparate zur Anwendung kommen. Die Frage, ob der länger wirksame Thiodankaltnebel auch vom Hubschrauber aus insektizid wirksam auf Ölfruchtbestände ausgebracht werden kann, wird zur Zeit geprüft.

Summary

For the control of the two most important oilseed-pests, the Bladder Pod Midge (*Dasyneura brassicae* Winn.) and the Rape Weevil (*Ceuthorrhynchus assimilis* Payk.) in 1960 near Eckernförde (Northern Germany), experiments were carried out in spray-procedure by helicopter. Applied insecticides were Thiodan (active substance 0.41 kg/ha) and Toxaphene (active substance 1 kg/ha), both harmless to bees. The effect of this treatments is shown in table 3.

For the control of the named pests on large areas are finally advised: at first 1–2 treatments of the margin, to stop the first arrival of both pests, and at the beginning of the massflight of the Bladder Pod Midge (rape in the full flower) one treatment of the total area by helicopter. If necessary this last treatment is to repeat, if flight of the insects is continuing.

Literatur

- Buhl, C.: Beobachtungen über vermehrtes Schadaufreten der Kohlschotenmücke (*Dasyneura brassicae* Winn.) an Raps und Rüben in Schleswig-Holstein. — NachrBl. dtsh. PflSchDienst, Braunschweig **12**, 1–6, 1960.
- — Beitrag zur Frage der biologischen Abhängigkeit der Kohlschotenmücke (*Dasyneura brassicae* Winn.) von dem Kohlschotenrüssler (*Ceuthorrhynchus assimilis* Payk.). — Z. PflKrankh. **64**, 562–568, 1957.
- — und Waede, M.: Ein Versuch zur Bekämpfung von Rapsschädlingen, insbesondere des Rapsglanzkäfers (*Meligethes* sp.) mit Hilfe eines Flugzeuges. — NachrBl. dtsh. PflSchDienst, Braunschweig **10**, 74–78, 1958.
- Hornig, H.: Bekämpfung der Ölfruchtschädlinge. — Bauernbl. Schlesw.-Holstein **110**, 1230–1231, 1960.
- Waede, M.: Die Bewährung des Kaltnebelverfahrens bei einem Großeinsatz zur Bekämpfung der Kohlschotenmücke (*Dasyneura brassicae* Winn.). — NachrBl. dtsh. PflSchDienst, Braunschweig **13**, 70–73, 1961.
- — Über den Gebrauch einer verbesserten Lichtfalle zur Ermittlung der Flugzeiten von Gallmücken. — NachrBl. dtsh. PflSchDienst, Braunschweig **12**, 45–47, 1960.

Über *Heterodera fici* Kirjanova 1954

Von H. Goffart

(Biologische Bundesanstalt, Münster, Westf.)

Mit 4 Abbildungen

Das Pflanzenschutzamt Rheinland-Pfalz sandte im vergangenen Jahr Wurzeln von *Ficus elastica* ein, die mit Zysten einer *Heterodera*-Art besetzt waren. Die Bestimmung ergab, daß es sich um *Heterodera fici* Kirjanova 1954 handelte. Diese Art wurde damit erstmalig auch für Deutschland nachgewiesen, nachdem sie zuvor in den UdSSR (Kirjanova), den USA (Sher und Raski) und in Holland (Oostenbrink) beobachtet werden konnte. Da die Originalabhandlung von Kirjanova in russischer Sprache abgefaßt ist und nähere morphologische Angaben von anderen Autoren kaum gemacht werden, scheint es angebracht zu sein, nachstehend einige Hinweise zur Morphologie und Identifizierung der Art mitzuteilen. Die Untersuchungen erfolgten in Wasser ohne Zusatz einer Fixierungsflüssigkeit an lebendem Material.

Zysten ($n = 10$): 552–636 μ (durchschn. 600 μ) lang, 360–408 μ (durchschn. 380 μ) breit. Die Zysten sind klein und deutlich zitronenförmig mit leicht vorstehendem breiten Vulvakegel (Abb. 1). Der Abstand von Vulva zum Anus beträgt etwa 20 μ . Die Struktur der Kutikula ist kräftig und zickzackartig mit abgerundeten Ecken (Abb. 2a). Besonders im Phasenkontrast wirkt das Muster runzelig und sehr plastisch (Abb. 2b). Bei entsprechender Fokussierung zeigen sich auf der Zystenoberfläche zahlreiche feine Poren in unregelmäßiger Verteilung (Abb. 2c). Das Zystenschalenmuster entspricht somit im wesentlichen

Abb. 1. Zysten von *Heterodera fici*.

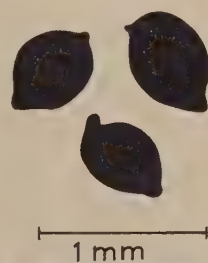
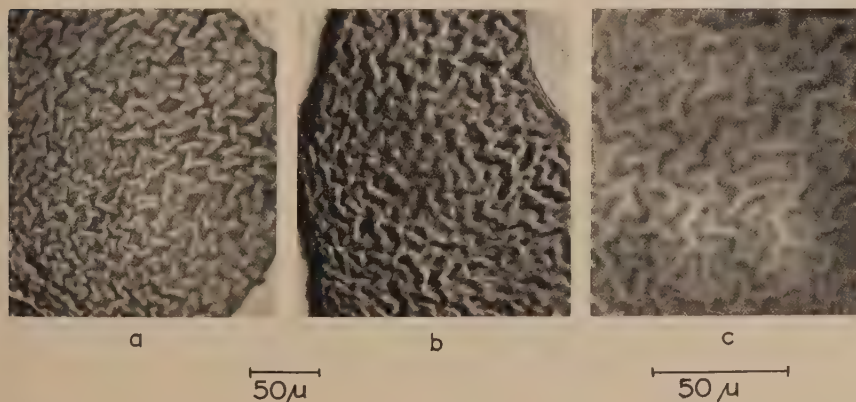


Abb. 2. Kutikulastruktur von *Heterodera fici*-Zysten, a) Tiefeneinstellung, b) Phasenkontrast, c) Höhere Einstellung.



dem Bild, das auch von anderen Zysten mit vorstehendem Hinterende bekannt ist. Beim Studium des Perinealmusters fällt das große Fenster auf, das in seiner Gesamtlänge von durchschnittlich $60\ \mu$ stark an die Verhältnisse bei *H. humuli* erinnert (Abb. 3a und 3b). Da sich auch die Breite der Halbfenster bei beiden Arten nicht unterscheidet — geringe Größenunterschiede waren nicht gesichert —, ist eine exakte Trennung von *H. fici* und *H. humuli* auf diese Weise nicht möglich. Auch Cooper (1955), Hesling (1959) und Oostenbrink (1959) geben keine Hinweise für eine Unterscheidung beider Arten an. Wir suchten daher nach anderen Merkmalen, fanden aber, daß weder die Brücke, die in beiden Fällen sehr kräftig ist und über die Höhe der Halbfenster hinausragt, noch die sehr zarte Unterbrücke (Abb. 4) ein Unterscheidungs-

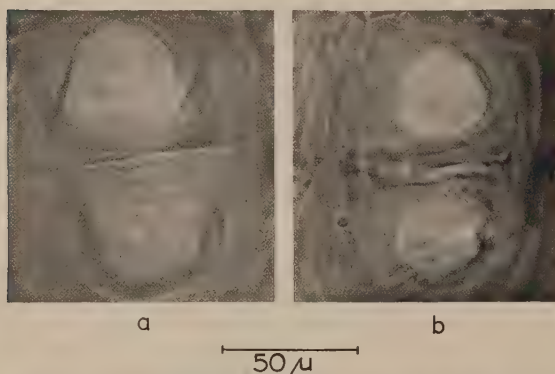


Abb. 3. Perinealmuster

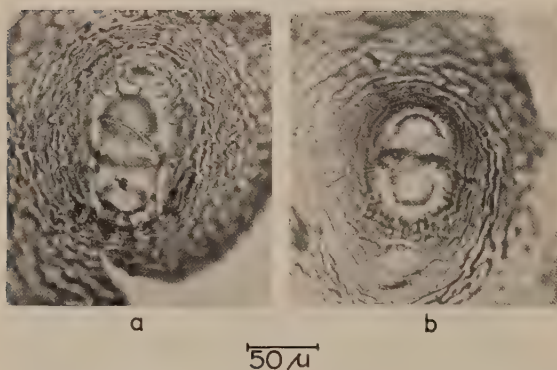
a) von *Heterodera fici*,b) von *Heterodera humuli*.

Abb. 4. Kegelspitze von innen gesehen mit Unterbrücke und „Bullae“

a) *Heterodera fici*,b) *Heterodera humuli*.

merkmal abgeben. Bemerkenswert ist nur, daß bei der Durchsicht von 50 Präparaten bei *H. fici* in 66% schwach entwickelte „Bullae“ in Fensternähe auftraten, während *H. humuli* nur in 8% derartige Gebilde aufzuweisen hatte. Man wird aber dieser Beobachtung keine allzu große Bedeutung beimessen und die Häufigkeit des Auftretens von „Bullae“ nur als einen willkommenen zusätzlichen Anhaltspunkt zur Diagnostizierung werten dürfen.

Die Zysten enthalten etwa 100–200 Eier und bilden einen gelatinösen Eiersack aus. Die Eier haben eine Länge von 93 bis $104\ \mu$ (durchschn. $98\ \mu$) und eine Breite von 38 bis $58\ \mu$ (durchschn. $45\ \mu$). Sie sind also doppelt so lang als breit.

Larven ($n = 10$): 396–480 μ (durchschn. 454 μ), nach Kirjanova 352 bis 460 μ , nach Oostenbrink (briefl. Mitteilung) 393–500 μ (durchschn. 454 μ). Die Messungen Oostenbrinks und die eigenen Messungen sind damit im Durchschnitt um fast 50 μ größer als die Angaben Kirjanovas, die Taylor mit dem Durchschnittswert von 406 μ anscheinend übernommen hat. Hier- nach entspricht die Größe der Larven den Verhältnissen bei *H. carotae*. Da aber das Perineum bei *H. carotae* ambifenestral ist, *H. fici* und *H. humuli* jedoch ein bifenesterales Perineum besitzen, ist eine Diagnostizierung von *H. fici* auf Grund der Larvengröße und des Perineums möglich. Der Mundstachel mit 23–25 μ (durchschn. 24 μ) und die Ausbildung des Schwanzes, bei dem der transparente Teil etwa 20% größer als die Mundstachellänge ist, zeigen keine Abweichungen.

Männchen konnten an dem eingesandten Material nicht beobachtet werden. Nach Kirjanova haben sie eine Länge von 865 bis 900 μ und eine Breite von 25 bis 32 μ . $a = 29$ –36, $b = 4$ –5, $c = 144$ –150. Die Kopfkappen sind 7–8 μ groß; der Mundstachel ist 30 μ lang, der Schwanz (6 μ) stumpf abgerundet und mit 4 Warzen besetzt. Die Spicula messen 30–35 μ ; sie sind an der Basis breit und haben ein 8 μ großes Gubernakulum.

Die von *H. fici* befallenen Pflanzen zeigten kümmerwuchs und warfen nach Gelbfärbung die unteren Blätter ab. Außer *Ficus elastica* (verschiedene Sorten) wurde auch *F. carica* und (nach Oostenbrink) *F. australis* befallen. Bei anderen Pflanzen, wie *Beta vulgaris*, *Brassica oleracea*, *Urtica urens*, *U. gracilis* und *Humulus lupulus* gelang nach Sher und Raski keine Infektion, obwohl gerade Hopfen zur gleichen Pflanzenfamilie wie *Ficus* gehört. In einem von uns durchgeführten Versuch kam es aber bei Verwendung von *H. humuli* zu einer leichten Zystenbildung an *Ficus elastica*.

Zusammenfassung

Heterodera fici konnte erstmalig für Deutschland an *Ficus elastica* nachgewiesen werden. Die Art ist *H. humuli* sehr ähnlich, unterscheidet sich von ihr jedoch hauptsächlich durch die Länge der Larven. Außer *F. elastica* wurden auch *F. carica* und (nach Oostenbrink) *F. australis* befallen. Bei einem Versuch mit *H. humuli* gelang es, eine leichte Zystenbildung an *Ficus elastica* zu erzielen.

Summary

Heterodera fici Kirjanova 1954 occurred on *Ficus elastica* in Germany for the first time. The species is very close to *Heterodera humuli*, but there are differences in the length of larvae (396–480 μ [454 μ]) for *H. fici*, (327–450 μ [410 μ]) for *H. humuli*. In one experiment *H. humuli* attacks *Ficus elastica* weakly.

Literatur

- Cooper, B. A.: A preliminary key to British species of *Heterodera* for use in soil examination. — Soil Zoology, herausgegeben von D. K. Mc.E. Kevan, 269–280, 1960.
- Goffart, H.: Die taxonomische Bewertung morphologisch-anatomischer Merkmale bei den Zysten der Gattung *Heterodera* (Nematoda). — Mitt. Biol. Bundesanstalt H. 99, 24–51, 1960.
- Hesling, J. J.: The identification of *Heterodera* cysts. — Plant Nematology, herausgegeben von J. F. Southey, 64–70, 1959.
- Kirjanova, E. S.: Ergebnisse und Aussichten der Phytonematologie in USSR. — Trudi Problemnikh i Tematicheskikh Soveshchani. Akad. Nauk SSSR No. 3, 9–47, 1954 (russ.). (Engl. Ref. in Helm. Abstr. 23, 381, 1954.)
- Oostenbrink, M.: Enige bijzondere aaltjesaantastingen in 1957. — Tijdschr. Plziekt. 64, 122, 1958.
- Oostenbrink, M.: The genus *Heterodera*. — In Nematology, herausgegeben von J. N. Sasser und W. R. Jenkins. Chapel Hill, N.C., USA, 206–211, 1960.
- Sher, S. A. und Raski, D. J.: *Heterodera fici* Kirjanova 1954 in California. — Plant Dis. Repr. 40, 700, 1956.
- Taylor, A. L.: *Heterodera* taxonomy. — Proc. S-19 Workshop in Phytonematology, herausgegeben von E. J. Cairns, 11 S., 1957.

Melanospora parasitica Tul. als Parasit der insektenpathogenen *Beauveria tenella* (Delacr.) Siem.

Von E. Müller-Kögler

(Biologische Bundesanstalt für Land- und Forstwirtschaft,
Institut für biologische Schädlingsbekämpfung, Darmstadt)

Mit 4 Abbildungen

Einleitung

Der Ascomycet *Melanospora parasitica* Tul.¹⁾ kommt auf verschiedenen insektenpathogenen Pilzen vor, wie *Beauveria bassiana* (Bals.) Vuill., *Spicaria farinosa* (Fr.) Vuill., *Spicaria farinosa* var. *verticilloides* Fron, *Spicaria gracilis* Petch, *Isaria strigosa* Fr., *Isaria psychidae* Pole Evans, *Cephalosporium* sp., *Cephalosporium longisporum* Petch, *Cordyceps militaris* (Fr.) Link (vgl. z. B. Tulasne 1857, de Bary 1869, Brefeld 1881, Kihlman 1885, Skaife 1921, Petch 1925, 1932, Natrass 1941, Paillot 1941, Schenker 1945, Rockwood 1951). Es steht heute außer Frage, daß es sich bei *M. parasitica* um einen echten Hyperparasiten handelt (Kihlman 1885, Petch 1925, Doguet 1955). Als solcher tritt er offenbar relativ häufig auf und ist weit verbreitet, da er aus den USA und Afrika ebenso wie aus europäischen Ländern bis nach Rußland hinein bekannt ist. Vielleicht ist auch die von Aoki (1939, 1943) beschriebene, in Japan gefundene Art *Ceratostoma parasiticum* Aoki mit ihm identisch.

Aus der Literatur ließ sich nicht sicher ermitteln, ob die insektenpathogene *Beauveria tenella* (Delacr.) Siem. ebenfalls von *M. parasitica* parasitiert wird. Zwar bilden Tulasne und Tulasne (1865, Tafel III, Fig. 11) diese auf einer Imago von *Melolontha melolontha* (L.) ab, dem zugehörigen Text (i. c., S. 9–10) ist aber keineswegs zu entnehmen, daß hier die auf diesem Wirt häufige *B. tenella* befallen wurde. Giard (1892, S. 31) erörtert die Möglichkeit, daß *M. parasitica* auf *B. tenella* vorkommt; exakte Befunde fehlten ihm aber wohl, denn er schreibt, erstere „scheine“ sich nur selten auf letzterer zu entwickeln. Picard (1914) erwähnt *M. parasitica* vergesellschaftet mit anderen, nicht benannten Pilzen auf Maikäfern. Er dürfte sich lediglich auf Literaturangaben gestützt haben und glaubt zudem, daß es sich hier um ein Nebeneinander von Pilzarten handle und nicht um

¹⁾ Als Autor von *M. parasitica* wird offenbar stets nur Tul. angegeben, so übrigens auch bei P. A. Saccardo, Sylloge Fungorum, II, 1883, S. 464. Deshalb soll diese eingebürgerte Benennung hier beibehalten werden. Erstmalig beschrieb aber — mit lateinischer Diagnose, ohne Abbildung — Tulasne (1857, S. 40–41) den Pilz als *Sphaeronaema parasitica*. Tulasne und Tulasne (1865, S. 10) stellten ihn dann als *Melanospora parasitica* zu der von Corda aufgestellten Gatt. *Melanospora*. Eine erneute Beschreibung geben sie nicht, wohl aber (i. c., Tafel III, Fig. 11 bis 14) 4 Abbildungen. Strenggenommen müßte der Pilz also heißen: *Melanospora parasitica* (Tul.) Tul. et Tul. Weitere Synonyme (vgl. Doguet 1955): *Ceratostoma biparasiticum* Ellis et Everhart 1897, *Naemosphaerella chalaroides* Keissl. 1931.

Für Zusendung oder Überlassung verpilzter Insekten danke ich den Herren Dr. H. Ehrenhardt, Neustadt a. d. W., Dr. O. F. Niklas, Darmstadt, Dr. W. Thalenhorst, Göttingen, und Prof. Dr. G. Wellenstein, Freiburg i. Br. Für Hilfe bei Literaturbeschaffung und für Übersetzungen bin ich Herrn Dr. K. Aizawa, Tokio, sowie Frau Dr. A. Samšínáková, Prag, zu Dank verpflichtet. Bei den Versuchen half mir dankenswerterweise Frau M. Best, bei Anfertigung der Photos Herr F. Rühl. — Die Deutsche Forschungsgemeinschaft unterstützte die Arbeiten durch Sachbeihilfen.

einen Hyperparasitismus seitens *M. parasitica*. Picard (l.c., S. 174) unterstellt Kihlman (1885), er habe *M. parasitica* „... considéré comme vivant en parasite sur les Mucédinées attaquant le Hanneton“. Offenbar hat Picard das Original nicht eingesehen: Maikäfer sind bei Kihlman nicht erwähnt. Schenker (1945) beobachtete *M. parasitica* auf *Spicaria farinosa* und gibt an, daß der Hyperparasit sich leicht auf Kulturen letzterer züchten ließ, daß er auf einem anderen „Isariatyp“ und *B. bassiana* gedeiht, nicht aber auf *B. tenella* der Maikäferengerlinge. Nábělek (1934) könnte nach der Überschrift seines Artikels gleichzeitiges Vorkommen von *M. parasitica* und *B. tenella* beobachtet haben. Der Zusammenhang der beiden Pilze wird von ihm allerdings nicht richtig gesehen, wenn er — in der deutschen Zusammenfassung — schreibt: „Das ganze Bild läßt eher auf einen organischen Zusammenhang beider Formen, als auf einen Superparasitismus der *Melanospora* auf *Botrytis* (*Botrytis* hier als Syn. von *Beauveria*, Verf.) schließen“. Nábělek hatte die beiden Pilze auf nicht näher bestimmten Freiland-Wanzen gefunden und offenbar auf *Elasmucha grisea* (L.) (*Elasmothus griseus*) und *Blaps mortisaga* L. übertragen. Frau Dr. A. Samšíňáková, Prag, die freundlicherweise den tschechischen Teil der Arbeit von Nábělek auf Artzugehörigkeit der behandelten *Beauveria* durchsah, schrieb mir zudem, daß aus dem Text nicht klar hervorgeht, ob der Autor *B. tenella* oder *B. bassiana* vor sich hatte. Angaben über die Sporenform fehlen. Es scheint fast so, als hätte Nábělek die *Beauveria*-Arten nach ihren Wirten diagnostiziert, die an Raupen vorkommende Art als *B. bassiana*, die an anderen Insekten gefundene als *B. tenella*. Solche Diagnosen sind selbstredend unzulässig.

Beobachtungen

In den letzten Jahren stellten wir *Melanospora parasitica* fest auf Insekten, die durch *Spicaria farinosa* [Puppen von *Boarmia bistortata* Goeze] oder *Spicaria fumoso-rosea* (Wize) Vassiljevsky [Raupen von *Thaumetopoea pityocampa* (Schiff.)] oder *Beauveria bassiana* [Raupen von *Cydia pomonella* (L.) und *T. pityocampa*] verpilzt waren. — Sehr häufig kamen von *Beauveria tenella* befallene Engerlinge von *Melolontha* sp. aus dem Freiland oder aus im Laboratorium weitergezüchtetem Freilandmaterial zur Untersuchung, in den Jahren 1956–1960 etwa 300 Stück. An ihnen fand sich auffälligerweise nie eine Hyperparasitierung durch *M. parasitica*. Nur einmal wurde diese Art kürzlich auf einem verpilzten Engerling diagnostiziert. Nähere Untersuchung zeigte aber, daß hier ein Ausnahmefall vorlag: dieser auf dem Waldboden im Forstamt Lorsch/Hessen gefundene Engerling war eindeutig durch *B. bassiana* verpilzt, die durch ihre zur Hälfte oder in der Mehrzahl runden Konidien sicher von *B. tenella* mit etwa 98 % ovalen Konidien (vgl. MacLeod 1954) zu unterscheiden ist.

Versuche

So war es nach allem mehr als fraglich, ob *M. parasitica* auf *B. tenella* vorkommen kann, und der Fund des Hyperparasiten auf einem zufällig durch *B. bassiana* verpilzten Engerling veranlaßte entsprechende Versuche. Mit Wasser-angefeuchtetem feinem Pinsel wurden an den Perithecienhälsen hängende dunkle Ascosporen von *M. parasitica* auf Myzel von *B. tenella* übertragen, das sich auf Engerlingen von *Melolontha* sp. entwickelt hatte. Diese Infektionen in feuchten Kammern gingen an; auf *B. tenella* bildeten sich die typischen Perithezien von *M. parasitica* (Abb. 1), aus deren Hälsen reife Ascosporen austraten. Mit ihnen wurden weitere *B. tenella*-verpilzte Engerlinge beimpft, und eine Infektionswiederholung schloß sich an. *M. parasitica* wurde so in 3 Generationen auf *B. tenella* gezogen, die sich auf ihrem häufigsten Wirt (*Melolontha* sp.) entwickelt hatte. Die Bildung der *M. parasitica* war eindeutig eine Folge der Infektion; Kontrollen blieben stets ohne den Hyperparasiten. Im ganzen wurde *M. parasitica* auf 28 verpilzte Engerlinge übertragen. Auf



Abb. 1. Durch *Beauveria tenella* (Delacr.) Siem. verpilzter Engerling von *Melolontha* sp., hyperparasitiert nach absichtlicher Infektion mit *Melanospora parasitica* Tul. 2,3:1.



Abb. 3. Perithecium von *Melanospora parasitica* Tul., das auf einer Kultur von *Beauveria tenella* (Delacr.) Siem. gebildet wurde. Hals des Peritheciums im oberen Teil mit Ascosporen bedeckt, kugeltiger Hauptteil von vorwiegend eigenem Myzel umgeben. Auflichtmikroskop, 40:1.



Abb. 2. *Melanospora parasitica* Tul. auf *Beauveria tenella* (Delacr.) Siem. Ausschnitt aus Schrägröhrenkultur. Dunkle Perithecienhäule der *M. parasitica* sind zahlreich vorhanden, 4:1.

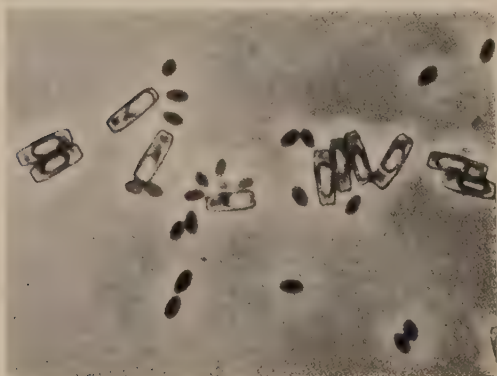


Abb. 4. Ovale Konidien von *Beauveria tenella* (Delacr.) Siem. und annähernd zylindrische Ascosporen von *Melanospora parasitica* Tul. aus einer Schrägröhrenkultur (Malzextrakt-Pepton-Agar). Lactophenolpräparat, Phasenkontrast, 950:1.

16 bildete sie ihre Perithezien, bei Zimmertemperatur von etwa 20–22° C meistens nach etwa 7–14, in Ausnahmefällen aber erst nach etwa 21–26 Tagen.

Weiter wurde geprüft, ob sich *M. parasitica* zusammen mit *B. tenella* in Kulturen halten läßt. Von der auf *B. bassiana* gefundenen *M. parasitica* übertrugen wir mit sterilem, angefeuchtetem Pinsel Ascosporen auf Schrägröhrchen-Kulturen [Biomalz(3%)-Pepton(0,5%)-Agar(3%), pH 5,2–5,4] von *B. tenella* (Stamm *B. t. 5b*). Der Hyperparasit fruktifizierte hier sehr gut (Abb. 2 und 3) und wurde samt *B. tenella* auf frische Nährbodenröhrchen weitergeimpft. Im ganzen gelangen bisher derart 9 Generationen dieser *B. tenella*-*M. parasitica*-Kombination auf Nährboden. Bei Zimmertemperatur brauchte der Hyperparasit für die Bildung reifer Perithezien mit austretenden Ascosporen etwa 9–14 Tage. Nachprüfungen ergaben, daß in den Kulturen nach wie vor *B. tenella* (mit ovalen Konidien) als Wirtspilz vorlag (Abb. 3), daß also die Kulturen nicht etwa durch *B. bassiana* verunreinigt waren.

Die Temperaturansprüche von *M. parasitica* wurden untersucht, indem wir oben angegebenen Nährboden in Schrägröhrchen durch Abimpfen von den erwähnten Kombinations-Kulturen gleichzeitig mit Konidien von *B. tenella* und Ascosporen von *M. parasitica* besickten. Jeweils 8 Kulturröhrchen wurden im Brückenthermostat bei mittleren Temperaturen von 7,5, 12,0, 14,8, 19,1 und 24,9° C, weiter in Brutschränken bei konstant 30,0 und 35,0° C aufgestellt. — Bei 35° C fand keine Sporenkeimung statt. Dies spricht für die Angaben von Arnaud (1927), wonach *B. tenella* bei 33° C nicht wächst. Unsere Kulturröhrchen, die 32 Tage bei 35° C gestanden hatten, kamen anschließend in 25° C. Es trat kein Pilzwachstum ein, die Sporen waren offenbar inzwischen abgestorben. Bei 30° C wuchs *B. tenella*, Perithezien von *M. parasitica* bildeten sich innerhalb 3 Monaten jedoch nicht. Dagegen waren sie mit ausgetretenen Ascosporen vorhanden bei 24,9° C nach 13, bei 19,1° C nach 16, bei 14,8° C nach 22, bei 12,0° C nach 39 und bei 7,5° C nach 83 Tagen, jeweils ab Beimpfen des Nährbodens gerechnet. Unter den gegebenen Bedingungen zeichnet sich demnach für *M. parasitica* ein deutliches Optimum bei etwa 25° C ab.

Diskussion

Zweifellos kann *Melanospora parasitica* sich also auch auf *Beauveria tenella* entwickeln. Vielleicht ist es eine Frage der Umweltbedingungen, warum der Hyperparasit an der meist oberirdisch gefundenen *B. bassiana* häufiger, an der meist unterirdisch vorkommenden *B. tenella* unter Freilandverhältnissen nicht (oder seltener?) gefunden wird. Daß *M. parasitica* auch unterirdisch wachsen kann, zeigt z. B. die Beobachtung von Šechurina (1960). Sie fand Asiatische Getreidewanzen, *Eurygaster integriceps* Put., mit *B. bassiana* und *M. parasitica* in dichter Waldstreu bei hoher Feuchtigkeit. Temperaturverhältnisse könnten nach den oben gebrachten Versuchsergebnissen für Vorkommen und gegebenenfalls Häufigkeit von *M. parasitica* auf *B. tenella* eine Rolle spielen; sie dürften aber alleine nicht ausschlaggebend sein.

Auch nach unseren Versuchen benötigt *M. parasitica* bei Temperaturen von etwa 20 bis 25° C für die Ascosporenbildung nur relativ wenig Zeit. Die schnelle Entwicklung des Hyperparasiten unter solchen Bedingungen (vgl. auch Kihlman 1885, Petch 1925) mag für seine Bedeutung als Gegenspieler insektenpathogener Pilze wichtig sein. Er wird durch Konidien oder Asco-

sporen, wohl vorwiegend durch diese, verbreitet. Sie sind schwer benetzbar, trocken-pulverig und stäuben bei leisester Berührung der Perithecienhäule fort. So steht ihrer schnellen und weiten Verbreitung, besonders durch Wind, nichts entgegen.

Die Konidienbildung von *B. tenella* in den Kulturröhrchen wurde durch den Hyperparasiten, soweit das unter dem Binokular-Mikroskop festzustellen war, nicht beeinträchtigt. Bei den verpilzten und hyperparasitierten Engerlingen der Versuche ergab sich kein klares Bild. Hier taucht die Frage auf, ob der Hyperparasit bei natürlichem Auftreten im Freiland die Sporenbildung seiner Wirte hemmen und so zu einem Epizootie-begrenzenden Faktor werden kann. Skaife (1921) und Paillot (1941) nehmen das mehr oder minder an, und wir selbst sahen offenbar durch *Spicaria farinosa* verpilzte Puppen von *Boarmia bistortata* (Freilandmaterial aus Schleswig-Holstein), auf denen *M. parasitica* fruktifizierte und die Konidienbildung des insektenpathogenen Pilzes praktisch völlig unterbunden war. . . . Leider liegen bisher auch nur wenige zahlenmäßige Angaben (Petch 1925, Paillot 1941) über das Vorkommen von *M. parasitica* im Freiland vor. — Man sollte diesen Fragen und darüber hinaus den Bedingungen, unter denen *M. parasitica* auftreten kann, in Zukunft mehr Beachtung schenken. Handelt es sich bei diesem Hyperparasiten, welcher insektenpathogene Pilze parasitiert, nach dem heutigen Stand unseres Wissens doch offenbar um den bei uns verbreitetsten und häufigsten!

Es ist überaus eigentümlich, daß *M. parasitica* nur insektenpathogene Pilze zu parasitieren scheint und dabei so verschiedene Arten wie *Cordyceps militaris* und *Beauveria bassiana* oder *Cephalosporium longisporum*. Wir kennen nicht die Besonderheiten, die allen Wirten von *M. parasitica* gemeinsam sind und die Ursache ihrer Wirts-Eignung darstellen. Es wäre reizvoll, den Wirtskreis von *M. parasitica* zu überprüfen, zu vervollständigen und den Faktoren — oder vielleicht mit Hilfe der Papierelektrophorese den Stoffen — nachzuspüren, die allen diesen Wirten gemeinsam sind, und sie zum Befall durch *M. parasitica* geeignet machen. Vielleicht ließen sich so, ausgehend von einem Hyperparasiten, bestimmte charakteristische Eigenheiten insektenpathogener Pilze erfassen, Eigenheiten, die auch als Grundlagen der Insektenpathologie interessant wären.

Zusammenfassung

Melanospora parasitica Tul., ein Parasit insektenpathogener Pilze, wurde auf *Spicaria farinosa* (Fr.) Vuill., *Spicaria fumoso-rosea* (Wize) Vassiljevsky und *Beauveria bassiana* (Bals.) Vuill. gefunden, dabei auch hyperparasitisch auf einem aus dem Freiland stammenden Engerling (von *Melolontha* sp.), der merkwürdigerweise durch *B. bassiana* verpilzt war. Dagegen ließ sich auf über 300, von ihrem häufigsten Pilz *Beauveria tenella* (Delacr.) Siem. befallenen *Melolontha*-Engerlingen *M. parasitica* nie feststellen. Die strittige Frage, ob dieser Hyperparasit auf *B. tenella* überhaupt vorkommen kann, wurde durch Versuche bejaht. Wir übertrugen Ascosporen von *M. parasitica* auf *B. tenella*-verpilzte Engerlinge wie auf Reinkulturen dieses Pilzes. In beiden Fällen entwickelte sich der Hyperparasit normal und konnte durch Weiterimpfen über mehrere Generationen auf diesen Substraten gehalten werden. Temperaturen von etwa 20 bis 25° C sind für ihn besonders günstig. — Es ist noch ungeklärt, unter welchen Bedingungen *M. parasitica* im Freiland zu einem Begrenzungsfaktor insektenpathogener Pilze werden kann. Die Spezialisierung von *M. parasitica* auf sehr verschiedene Arten gerade dieser Erreger bildet ein interessantes Problem.

Summary

Melanospora parasitica Tul., a parasite of insectpathogenous fungi, was found on insects which had died of *Spicaria farinosa* (Fr.) Vuill., *Spicaria fumoso-rosea* (Wize) Vassiljevsky or *Beauveria bassiana* (Bals.) Vuill. Furthermore, it was observed on a dead white grub (*Melolontha* sp.) from the forest surprisingly infested by *B. bassiana*. However, more than 300 white grubs of *Melolontha* sp. from the forest infested by *Beauveria tenella* (Delacr.) Siem. never showed *M. parasitica*. Experiments proved that *M. parasitica* is able to grow and develop ascospores on *B. tenella* which has grown in pure cultures or on white grubs. Temperatures ranging between about 20 to 25° C are very suitable for the development of *M. parasitica*. — Until now, we do not know the conditions which favour *M. parasitica* as limiting factor of insectpathogenous fungi in nature. The specialization of *M. parasitica* on different species of only entomogenous fungi is an interesting problem.

Literatur

- Aoki, K.: Studies on a fungus parasitic on muscardine. — Bull. Seric. Exp. Sta. **9**, 453–467, 1939.
- * — (Studies on a fungus parasitic on muscardine. Supplement.) — Med. and Biol. **4**, 247–250, 1943 (Orig. jap.). (Zit. nach briefl. Mitt. K. Aizawa 1960.)
- Arnaud, Madeleine: Recherches préliminaires sur les champignons entomophytes. — Ann. Épiphyties, Paris, **13**, 1–30, 1927.
- Bary, A. de: Zur Kenntniss insektentödtender Pilze. IV. — Bot. Ztg. **27**, 585–593 u. 601–606, 1869.
- Brefeld, O.: Botanische Untersuchungen über Schimmelpilze. — Untersuchungen aus dem Gesamtgebiete der Mykologie. IV. Heft, A. Felix, Leipzig 1881, 191 S. u. 10 Tafeln.
- Doguet, G.: Le genre „*Melanospora*“: biologie, morphologie, développement, systématique. — Botaniste **39**, 1–313, 1955.
- Kihlman, O.: Zur Entwicklungsgeschichte der Ascomyceten. — Acta Soc. Scient. Fenn. **14**, 309–351 u. 2 Tafeln, 1885.
- MacLeod, D. M.: Investigations on the genera *Beauveria* Vuill. and *Tritirachium* Limber. — Canad. J. Bot. **32**, 818–890 u. 3 Tafeln, 1954.
- Nábělek, V.: *Botrytis tenella* de Bary a *Melanospora parasitica* Tul. — Bratislava, Čas. úc. spol. Šafaříkovy **8**, 186–188, 1934 (tschech. mit dtsh. Zusammenf.).
- *Nattrass, R. M.: Plant diseases in Kenya during 1940. — East Afr. agric. J. **7**, 57, 1941. (Zit. nach: Rev. appl. Mycol. **20**, 559–560, 1941.)
- Paillet, M. A.: Rôle des facteurs microbiens dans la destruction naturelle de la Cochylys et de l'Eudemis de la vigne. — C. R. Acad. Agric. France **27**, 151–155, 1941.
- Petch, T.: Studies in entomogenous fungi. VI. *Cephalosporium* and associated fungi. — Trans. Brit. mycol. Soc. **10**, 152–182, 1925.
- — A list of the entomogenous fungi of Great Britain. — Trans. Brit. mycol. Soc. **17**, 170–178, 1932.
- Rockwood, L. P.: Some hyphomycetous fungi found on insects in the Pacific Northwest. — J. econ. Ent. **44**, 215–217, 1951.
- Schenker, P.: Pilze und Insekten. — Mitt. naturforsch. Ges. Bern, N.F. **2**, XXVIII–XXX, 1945.
- *Šechurina, T. A.: (*Melanospora parasitica* Tul. as a parasite of the fungus *Beauveria bassiana* (Bals.) Vuill. in the Stavropol' area.) — Bot. Ž. SSSR **45**, 606–608, 1960 (Orig. russ.). (Zit. nach: Rev. appl. Mycol. **39**, 661, 1960.)
- Skaife, S. H.: Some factors in the natural control of the wattle bagworm. — South Afr. J. Sci., Johannesburg, **17**, 291–301, 1921.
- Tulasne, L.-R.: Note sur les *Isaria* et *Sphaeria* entomogènes. — Ann. Sci. nat., 4. sér. Bot., Paris, **8**, 35–43, 1857.
- Tulasne, L.-R. et Tulasne, C.: Selecta Fungorum Carpologia, III. — Paris 1865, 221 S. und 22 Tafeln.

Die virologische Untersuchung einer Wangenheims Frühzwetsche mit krankhaften Erscheinungen an den Früchten

Von Kurt Schuch

(Biologische Bundesanstalt für Land- und Forstwirtschaft,
Institut für Obstkrankheiten, Heidelberg)

Mit 6 Abbildungen

Schadbild

Auf dem Versuchsfeld des Institutes standen bis 1957 einige Bäume von Wangenheims Frühzwetsche, an deren Früchten sich jedes Jahr eigenartige Schäden einstellten. Besonders auffällig waren Gummitröpfchen, die meistens am freien Fruchtfleisch saßen. Unter diesen erstarrten Tröpfchen befand sich im Fruchtfleisch eine mit Gummi angefüllte Tasche, die bis zum Stein reichte. Auch die Blätter sahen nicht normal aus. Sie waren schwach chlorotisch, mehr oder weniger stark gerollt und zum Teil klein. Die Blattsymptome ließen einen gewissen Verdacht auf Zinkmangel aufkommen.

Mit Veredlungsmaterial dieser Herkunft waren 1953 Myrobalanensämlinge okuliert worden. Diese nun schon seit einigen Jahren tragenden Jungbäume zeigen die gleichen Fruchtschäden, wie sie an den alten Bäumen vorlagen, doch treten die beschriebenen Blattsymptome weniger deutlich in Erscheinung, oder sie fehlen sogar ganz.

Die Gummiausscheidung setzt Ende Juni/Anfang Juli ein. Sie beginnt vereinzelt. Wenn sich die Früchte verfärbt haben, trägt aber fast jede einen Gummitropfen (Abb. 1). Außerdem sind dann flecken- und bogenförmige Einsenkungen der Fruchthaut vorhanden, unter denen das Fruchtfleisch eine bräunliche Farbe angenommen hat. Es besteht also eine gewisse Ähnlichkeit mit schwachen Symptomen der Pockenkrankheit. Somit war hier eine virologische Überprüfung von besonderem Interesse.

Untersuchungen

Bereits 1957 waren 2 Pfirsichsämlinge mit Material von einem der alten Bäume inokuliert worden. 1958 reagierten sie mit einem ringspot-Effekt und mit einem Linienmuster. Dieses war aber nur schwach angedeutet und unklar (1). 1958 wurden deshalb weitere Pfropfübertragungen gemacht, wobei Rindenschildchen (chips) bzw. Knospen von den Jungbäumen als Impfmateriale dienten. Am 25. 7. 1958 wurden 3 einjährige Pfirsichsämlinge mit Material von Baum Nr. 4 okuliert. 2 von diesen Sämlingen reagierten 1959 und 1960 mit einem nicht besonders auffälligen aber deutlichen line pattern-Muster. Am 21. 8. 1958 wurden 5 einjährige Pfirsichsämlinge mit Rindenschildchen aus einem Trieb von Baum Nr. 3 besetzt. Alle 5 Pfirsiche zeigten 1959 und 1960 ein schwaches, aber deutliches line pattern-Muster (Abb. 2). Hingegen blieben



Abb. 1. Schadbild an den Früchten einer Wangenheims Frühzwetsche. Aufgenommen: 21. 7. 1960.



Abb. 2. Blattsymptome eines Pfirsichsämlings nach Impfung mit Material von einer Wangenheims Frühzwetsche. Inokuliert: 21. 8. 1958; aufgenommen: 29. 7. 1959.

5 zu derselben Zeit beimpfte Pflanzen von *Myrobalana* B, die auf die Pockenkrankheit deutlich reagiert, ohne jegliche Symptome. In diesen beiden Versuchen mit Pfirsichsämlingen trat der ringspot-Effekt an Deutlichkeit zurück.

Am 5. 8. 1959 wurde zur Prüfung auf ringspot der Shirofugen-Test angesetzt. Hierbei kamen 3 Augen eines Triebes von Baum Nr. 3 in einen Trieb des Indikators. Bereits am 2. 9. 1959 war an den Okulationsstellen eine starke Gummiausscheidung im Gange. Die abschließende Auswertung dieses Testes am 3. 11. 1959 ergab, daß der inokulierte Shirofugen-Trieb an den 3 beimpften Stellen durch Rindennekrosen umgürtet war. Der Test war somit positiv verlaufen.

Weiterhin wurden am 10. 9. 1959 5 kräftige Pflanzen von *Prunus avium* F 12/1, die schon seit Frühjahr 1958 standen, mit Material von Baum Nr. 3 inokuliert. Alle 5 Bäumchen reagierten in auffälliger Weise. Mitte Mai 1960 zeigten zahlreiche Blätter mehr oder weniger massierte aufgehellte Flecken, in denen sich ganz kleine und bereits auch größere braune Nekrosen gebildet hatten, die später herausfielen (Abb. 3). Dieser ringspot-Effekt wiederholte sich im Frühjahr 1961. Im Sommer 1960 zeigte sich an anderen Blättern der F 12/1 Pflanzen zusätzlich ein Muster, das für die Anwesenheit eines Virus der line pattern-Gruppe spricht (Abb. 4).

Zu gleichen Ergebnissen führte eine Versuchsreihe, in der am 9. 7. 1959 ein Unterlagensortiment mit Material von Baum Nr. 3 inokuliert worden war. Das Ergebnis ist in Tabelle 1 dargestellt. Von den vegetativ vermehrten Unterlagen, die gleichzeitig inokuliert wurden, möchte ich hier nur auf die Brompton-Pflaume hinweisen. Sie hatte auf 3 andere line pattern-Herkünfte mit deutlichen Symptomen reagiert, während nach Beimpfung mit der Herkunft Wangenheims Frühzwetsche jegliche Symptome ausblieben. Es scheint sich hier also um eine Variante des line pattern-Virus zu handeln, die von der Brompton-Pflaume latent getragen wird.



Abb. 3. Blattsymptome von *P. avium* F 12/1 nach Impfung mit Material von einer Wangenheims Frühzwetsche. Inokuliert: 10. 9. 1959; aufgenommen: 13. 5. 1960.

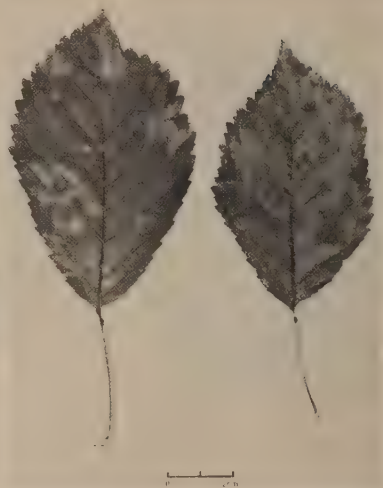


Abb. 4. Blattsymptome von *P. avium* F 12/1 nach Impfung mit Material von einer Wangenheims Frühzwetsche. Inokuliert: 10. 9. 1959; aufgenommen: 18. 8. 1960.



Abb. 5. Blattsymptome der Scharka bei Wangenheims Frühzwetsche. Inokuliert: 29. 8. 1958; aufgenommen: 26. 6. 1961. (Links)

Abb. 6. Fruchtsymptome der Scharka bei Wangenheims Frühzwetsche. Inokuliert: 29. 8. 1958; aufgenommen: 29. 6. 1960. (Unten)

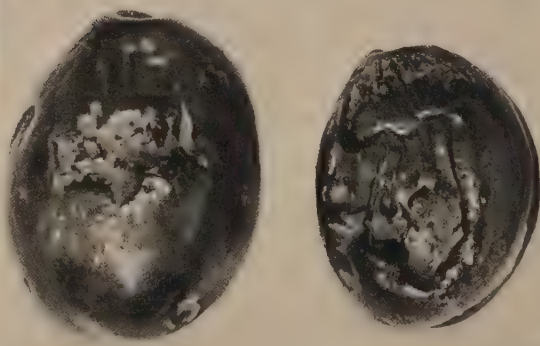


Tabelle 1. Blattsymptome verschiedener Gehölzsämlinge nach Inokulation mit Material von Wangenheims Frühzwetsche

Beimpfte Pflanzen	Infektionsergebnis 1960	
	Inf.-Rate*)	Symptome
<i>P. cerasifera</i> (Myrobalana)	0/4	—
St. Julien dam. noir	0/4	—
St. Julien dam. Orléans	2/4	Ring- und Bandmuster, Eichenblattmuster, Ringflecken und Blatt- nekrosen
Myrabelle von Nancy	0/4	—
<i>P. spinosa</i>	1/4	Bandmuster
<i>P. armeniaca</i>	2/3	fleckige Aufhellungen, Linien und Nekrosen
<i>P. persica</i>	4/4	Ringflecken und Band- muster
<i>P. avium</i> hellrindig	3/4	Eichenblattmuster, Zickzacklinien, Ring- muster und Nekrosen
<i>P. mahaleb</i>	0/4	—
<i>Malus communis</i> (Bittenfelder)	0/4	—
<i>Pyrus communis</i> (Kirchensaller Mostbirne)	0/4	—
<i>Crataegus monogyna</i>	0/4	—

*) Zähler = Zahl der Pflanzen mit Blattsymptomen.
Nenner = Zahl der inokulierten und noch vorhandenen Pflanzen.

Um die Möglichkeit einer Verwandtschaft der Krankheit an Wangenheims Frühzwetsche mit der Scharka zu überprüfen, kam der Prämunizitätsversuch in Betracht. Hierzu wurden am 29. 8. 1958 3 Jungbäume von Wangenheims Frühzwetsche, an denen sich die typischen Fruchtsymptome gebildet hatten, mit der Pockenkrankheit (Herkunft Pfeddersheim bei Worms) beimpft, und zwar durch Einsetzen von je 4 chips in die Äste. 1959 zeigten sich in der Nähe einiger Impfstellen schwache Blattsymptome der Scharka. 1960 war der Scharka-Effekt eindeutig. Im Juni traten an zahlreichen Blättern von allen 3 Bäumen charakteristische Symptome auf (Abb. 5). Bereits in der ersten Junihälfte konnte man an einzelnen Früchten, und zwar nur bei den beimpften Bäumen, kleine Einsenkungen der Fruchthaut erkennen, auf denen erstarrtes Gummi saß. Die nähere Untersuchung dieser Schadstellen ergab, daß Insektenlarven nicht die Ursache waren. Die Häufigkeit der kranken Früchte und die Stärke der Symptome nahm in der zweiten Junihälfte zu (Abb. 6). Gleichzeitig setzte bei den mit Scharka beimpften Bäumen ein starker Fruchtfall ein. In der Blauverfärbung der Früchte eilten die pockenkranken Bäume den anderen voraus, auch in der Ausscheidung der Gummitropfchen. Mit fortschreitendem Ausreifen der Zwetschen nahmen dann jedoch für beiderlei Bäume die Unterschiede in den Fruchtsymptomen ab. Die 1961 bis jetzt gesammelten Erfahrungen stimmen mit den Beobachtungen aus dem Jahre 1960 gut überein.

Diskussion der Versuchsergebnisse

Durch die mitgeteilten Ergebnisse ist erwiesen, daß die untersuchten Bäume von Wangenheims Frühzwetsche ein Virusgenisch enthalten, das wenigstens aus 2 Komponenten besteht. Eine ist offenbar ein Virus der line pat-

tern-Gruppe, und bei der anderen scheint es sich um ein Virus der necrotic ringspot-Gruppe zu handeln. Ob das eine oder das andere dieser Viren oder beide zusammen für den Fruchtschaden an Wangenheims Frühzwetsche verantwortlich zu machen sind, ist allerdings noch eine offene Frage, wie überhaupt die Virusnatur der Erscheinung bis jetzt noch nicht bewiesen ist.

Im vorliegenden Falle trug die Sorte Wangenheims Frühzwetsche das line pattern-Virus latent. Das gilt aber nicht allgemein. Es gibt line pattern-Stämme, die sich auch an den Blättern dieser Zwetschensorte deutlich ausdrücken.

Durch die positive Überimpfung der Pockenkrankheit auf die Versuchsbäume und durch das Auftreten charakteristischer Blatt- und Fruchtsymptome dieser Krankheit an denselben Bäumen, die vorher scharkaähnliche Fruchtsymptome hatten, dürfte hinreichend erwiesen sein, daß die beschriebenen Fruchtschäden an Wangenheims Frühzwetsche ursächlich mit der Scharka nicht nahe verwandt sind.

Zusammenfassung

An den Früchten von Wangenheims Frühzwetsche kommt ein Schadbild vor, das durch Gummiausscheidung sowie durch flecken- und bogenförmige Einsenkungen der Fruchthaut gekennzeichnet ist. Die virologische Untersuchung ergab, daß die Bäume ein Virusgemisch enthalten, das wenigstens aus 2 Komponenten besteht. Die Reaktionsbilder beimpfter Pflanzen sprechen für necrotic ringspot und für line pattern. Ob der beschriebene Fruchtschaden virusbedingt ist, bleibt noch zu entscheiden. Nach Pfropfübertragung der Scharka auf diese Bäume von Wangenheims Frühzwetsche zeigten sich an Blättern und Früchten typische Scharkasymptome.

Summary

Fruits of Wangenheims Frühzwetsche present a damage, characterised by gum secretion and spotted and arch-like depressions of the fruit skin. The virological research showed, that the trees contain a virus mixture, consisting of two components at least. The reactions of the inoculated plants indicate necrotic ringspot and line pattern. It is still to decide, whether the described fruit damage is caused by virus. After graft-transmission of plum pox on these trees of Wangenheims Frühzwetsche leaves and fruits have shown typical symptoms of plum pox.

Literatur

1. Schuch, K.: Die Pockenkrankheit der Zwetsche. — Mitt. Biol. Bundesanstalt H. 97, 77–80, 1959.

Über das Vorkommen von *Paratetranychus (Oligonychus) ununguis* (Jacobi) in einem autochthonen Fichtengebiet

Von Walter Thalenhorst

(Abt. B der Niedersächsischen Forstlichen Versuchsanstalt, Göttingen)

Obwohl Schadauftreten der Fichtenspinnmilbe *Paratetranychus (Oligonychus) ununguis* (Jacobi) in Baumschulen, Kämpfen und Jungkulturen nichts Ungewöhnliches mehr ist (u. a. Brammanis 1957, Krüel 1957, Meyer und Hellerich 1957; dort die ältere Literatur), weiß man noch wenig über den Massenwechsel dieses Schädling. Erst recht fehlen Untersuchungen über sein Vorkommen in solchen Biotopen, die in ihrem Charakter dem natürlichen Fichtenwald zumindest nahe kommen. Es ist nur bekannt, daß die Milbe dort

lebt, aber kaum jemals auffällt: so z. B. in Schweden bis weit nördlich des Polarkreises (Brammanis 1957), in den Alpen knapp unterhalb der Gletscherregion (H. D. von Scheller, Hann.-Münden; persönliche Mitteilung). Näheres darüber zu wissen ist erwünscht, weil — allgemein — in solchen „Latenzgebieten“ einer Art (Schwerdtfeger 1953/54) sich diejenigen Faktoren als wirksam offenbaren müssen, deren Ausfall oder Versagen anderen Orts zu Massenvermehrungen führen kann.

Günstige Gelegenheit zu derartigen Untersuchungen an *P. ununguis* hat sich daraus ergeben, daß im Rahmen eines anderen Arbeitsprogrammes (Thalenhorst 1958) in regelmäßigem Turnus Fichtenbestände des Forstamts Sieber (Harz) aufgesucht werden und die Mitnahme von Stichproben zur Analyse auf Milbenbesatz kaum zusätzliche Zeit kostet.

Die Erhebungen, die durch parallele Kontrollen in allochthonen Fichtenbeständen Süd-Niedersachsens ergänzt werden, sind auf längere Sicht angelegt, und im Augenblick lassen sich weder schon allgemein gültige Aussagen zur Populationsdynamik von *P. ununguis* treffen, noch gar praktische Folgerungen ableiten. Ein erster Überblick erscheint aber berechtigt.

Die Untersuchungen wurden im Spätsommer 1959 gemeinsam mit unserem Gast Forstingenieur A. Serafimovski (Skopje/Jugoslawien) begonnen und später vom Verfasser allein fortgesetzt.

Methodik. Einheitsbasis für das Auszählen sind jeweils 20 Triebe des jüngsten Jahrganges, möglichst dicht über dem Boden entnommen und 3 cm lang vom Ansatz der Endknospe her abgeschnitten. Die Triebe stammen von 20 verschiedenen Bäumen oder werden — falls nur kleinere Baumgruppen befallen sind — möglichst verteilt gepflückt. Im Laboratorium werden dann unter dem Binokular Eier, Jugendstadien und Imagines ausgezählt.

Wegen der Ungleichmäßigkeit der Dispersion (s. u.) zerlegt man die Ergebnisse am besten in 2 Komponenten:

- a) den Prozentsatz der überhaupt besetzten Triebe (im Bild Breite des schwarzen Teils der Säulen);
- b) die durchschnittliche Individuenzahl je befallenen Trieb (im Bild Höhe der Säulen).

Wenn also von 20 Trieben 2 besetzt sind und der eine 10, der andere 30 Eier trägt, so ist $a = 10\%$ und $b = 20$.

Diese Darstellung entspricht der Wirklichkeit besser, als wenn die Individuenzahlen auf die 20 Triebe als Ganzes bezogen werden.

Das Untersuchungsgebiet. Die Skizze zeigt unten einen idealisierten Querschnitt durch das Forstamt Sieber vom Kulmketal (Abb. 94b) über den Vogelherd (Abb. 99/101) bis zum Höhenzug „Auf dem Acker“ (Abb. 50). Mit den eingezeichneten Suchstellen sind die wichtigsten Höhenstufen (Tal, Hochplateau, Hang und Kamm des „Ackers“) erfaßt.

Die Dispersion. Typisch für das Auftreten von *P. ununguis* im Harz ist die „insulare Dispersion“ (s. Thalenhorst 1951). In jungen Kulturen sind gewöhnlich nur wenige Pflanzen befallen. Hat man jedoch an einer die Milbe entdeckt, findet man sie meist auch in der Nachbarschaft. Der nach SW exponierte Dickungsrand der Abt. 101–103–105 (Abb., B–D) ist nur gegenüber einem Kamp (bei B) auf etwa 50 m Länge besetzt. Von da ab bis D (Jungpflanzen in einer Altholz-Lücke) scheint die Milbe zu fehlen. Auf dem Hang des „Ackers“ werden die Funde noch seltener. Herde sind hier manchmal kleinere Gruppen 1–5 m hoher Fichten (E, F, G), die zerstreut auf einer großen Jungkultur stehen. Es ist schwer, ein absolutes Maß für die Dispersion

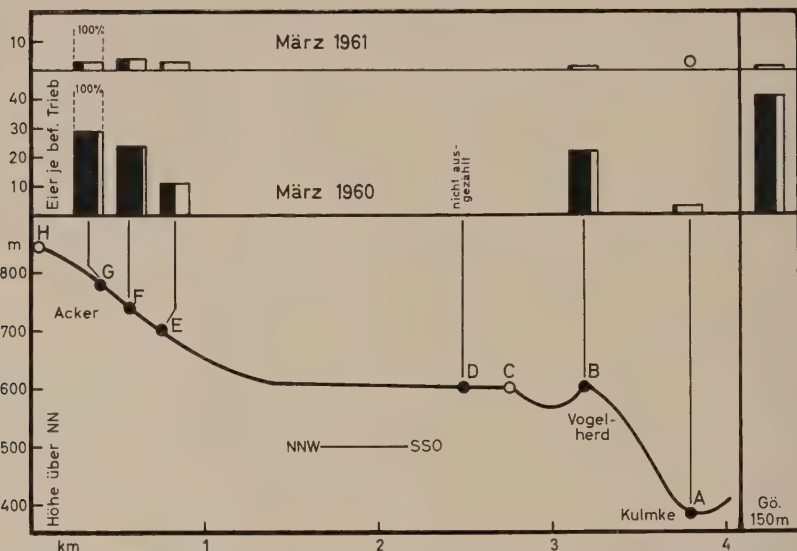


Abb. Unten: idealisierter Querschnitt durch einen Teil des Forstamts Sieber (Harz) mit Suchstellen. Volle Kreise: Milbe gefunden. Leere Kreise: Milbe nicht gefunden. Oben: Dichte der Wintereier von *Paratetranychus ununguis* (Jacobi) März 1960 und März 1961 an den darunter eingezeichneten Suchstellen sowie im Institutsgarten Göttingen (rechts). Breite des schwarzen Teils der Säulen: Prozentsatz der befallenen Triebe. Höhe der Säulen: durchschnittliche Zahl der Wintereier je befallenen Trieb auf 3 cm Länge.

im Großen anzugeben; man müßte schon auf mehreren langen Querschnittslinien Pflanze für Pflanze absuchen. Dem Augenschein nach darf man aber gut damit rechnen, daß die Entfernungen zwischen den Einzelherden Hunderte von Metern betragen können. Auf dem Kamm des „Ackers“ (H) haben wir die Milbe überhaupt noch nicht gefunden.

Populationsdichte und Fluktuation. Der Kürze halber sind im Diagramm nur die Eizahlen Winterende 1960 und Winterende 1961 eingetragen. Sie geben ein repräsentatives Bild und lassen den Abfall der Populationsdichte im Laufe des Jahres 1960 erkennen. Auf Einzelheiten kann nicht weiter eingegangen werden. Zum Vergleich sind rechts die zugehörigen Ergebnisse aus Untersuchungen eingezeichnet, die in Göttingen im Institutsgarten laufen.

März 1960. Die Unterschiede der Populationsdichte lassen sich nicht ohne weiteres mit der Höhe über NN korrelieren, da Alter und Exposition der Pflanzen nicht einheitlich sind. Weshalb A — eine Jungkultur im Kulmke — nur einen schwachen Besatz trägt, ist nicht recht ersichtlich. Die relativ starke Besiedlung des Dickungs-SW-Randes in B ist offenbar auf Infektion vom südwestlich vorgelagerten Kamp her zurückzuführen. Aber auch in den weitläufig zerstreuten Herden auf dem SSO-Hang des „Ackers“ (E, F, G) ist die Befallsdichte nicht viel kleiner als in dem stark verseuchten Institutsgarten (Gö.).

März 1961. Im Sommer 1960 ist die Populationsdichte von *P. ununguis* im Beobachtungsgebiet überall stark zurückgegangen. (Näheres darüber soll später veröffentlicht werden.) Im März 1961 war stellenweise die Grenze der

Erfaßbarkeit erreicht (Gö, B) oder sogar unterschritten (A). Vereinzelt mögen Befallsherde ganz ausgelöscht worden sein. Bemerkenswert ist, daß sich die Milbe auf dem gut besonnten Hang des „Ackers“ (E–G) noch am besten gehalten hat. Dieser Befund wird sich allerdings erst dann mit einiger Sicherheit deuten lassen, wenn die Erhebungen noch eine Reihe von Jahren fortgesetzt worden sind.

Phänologie. Die Unterschiede der Höhenlage und damit des Klimas wirken sich erwartungsgemäß auf die Phänologie aus. Im Frühjahr 1960 wurden beobachtet

	die ersten Larven/Nymphen	die ersten Imagines
in Göttingen . .	am 13. 4. (noch nicht am 1. 4.)	am 12. 5. (noch nicht am 28. 4.)
im Harz, 600 m .	am 5. 5. (noch nicht am 21. 4.)	am 24. 5. (noch nicht am 5. 5.)
im Harz, 780 m .	am 5. 5. (noch nicht am 21. 4.)	am 13. 6. (noch nicht am 24. 5.)

Da die Generationen sich im Spätsommer überschneiden, ist ihre Zahl nicht absolut sicher festzustellen. Im Jahre 1960 scheinen jedoch in Göttingen ihrer mindestens 4, wenn nicht gar 5, im Harz 600 m wahrscheinlich 3, in 780 m Höhe aber ziemlich sicher nur 2 durchlaufen worden zu sein.

Diese Unterschiede lassen sich zwanglos auf ein Temperaturgefälle zurückführen. Nach Hoffmeister und Schnelle (1945) betragen die mittleren Temperaturen für die Zeitspanne April bis September

in Göttingen	13,5–14,0° C,
im Harz 600 m	12,0–13,0° C,
im Harz 800 m	10,0–11,0° C.

Die Unterschiede können in einzelnen Jahren natürlich noch größer sein.

Die epidemiologische Umwelt. Ob und wie klimatische Elemente im Untersuchungsgebiet Schicksal und Dichte der *ununguis*-Populationen bestimmen, läßt sich noch nicht übersehen. Die Wintereris scheinen zumindest gegen normale Tiefsttemperaturen genügend widerstandsfähig zu sein. Über die Auswirkung von Spätfrösten („Eisheilige“ Mitte Mai) auf die beweglichen Stadien ist nichts bekannt. Da die Milben laut Schrifttum sehr empfindlich gegen Nässe sind, könnte der Niederschlagsreichtum des Harzes eine ständige Gefahr bedeuten. Im einzelnen mag die Temperatur *via* Phänologie (s. o.) darüber entscheiden, welches Stadium der Milbe hier oder dort gerade in ungünstiges Wetter gerät, und damit den Verlauf der Entwicklung je nach Höhenlage mehr oder weniger stark abwandeln.

Die räuberischen Feinde der Fichtenspinnmilbe scheinen im Gebiet, unabhängig von der Höhe über NN, ziemlich gleichmäßig vorzukommen. In Klopffängen, auf deren Methodik hier nicht eingegangen werden kann, wurden z. B. erbeutet (Individuen je Fang; Durchschnitt für die Zeit, in der die Arten überhaupt vorkamen):

	im Bramwald (370 m)	im Harz	
		(600 m)	(780 m)
<i>Atractotomus magnicornis</i> Fall. (<i>Rhynch.</i> , <i>Heteroptera</i>).	26	11	27
<i>Anystis</i> sp. (<i>Acari</i>)	54	57	42

Das bedeutet — überschläglich umgerechnet — rund 1 Individuum auf einem Zweigvolumen mit 25 (*Atractotomus*) bzw. 10 Maitrieben (*Anystis*). Irgendein Gefälle der Populationsdichte war weder bei diesen noch bei anderen Feinden der Spinnmilbe zu erkennen.

Ob etwa das Abundanz-Niveau von *P. ununguis* im Latenzgebiet durch die Räuber niedrig gehalten und das Massenaufreten in Kämpfen und Baumschulen durch deren Fehlen ermöglicht wird, ließe sich erst beurteilen, wenn parallele Untersuchungen auch auf Schadflächen durchgeführt werden.

Gesamtbild. Es ist nicht zu entscheiden, ob *P. ununguis* seit jeher im Harz heimisch oder irgendwann eingeschleppt worden ist. Die Herkunft der jetzigen Bewohner läßt sich jedenfalls stets zumindest auf Verdacht zu irgendwelchen im Flachland gelegenen Baumschulen zurückverfolgen. Immerhin beweist das Alter der besiedelten Pflanzen, daß die Milbe schon seit einer Reihe von Jahren an Ort und Stelle vorhanden sein muß, d. h. daß das autochthone Fichtengebiet des Harzes ihr grundsätzlich eine Existenzmöglichkeit bietet. Dem ersten Eindruck nach scheinen die Lebensbedingungen hier eine zwar nicht gerade hohe, aber relativ stabile Siedlungsdichte zu gestatten.

Einige Merkmale dieser Existenz sind kurz skizziert worden. Das Bild ist aber selbst mit den hier nicht gezeigten weiteren Einzelheiten kaum mehr als eine Momentaufnahme. Auch wenn mit März 1960 und März 1961 schon Ausgangs- und Endpunkt eines populationsdynamischen Ablaufs gegeben sind, so umfaßt dieser (Teil-)Ablauf doch nur erst ein einziges Jahr. Es läßt sich noch nichts darüber aussagen,

innerhalb welcher Grenzen die Populationsdichte der Milbe im Untersuchungsgebiet schwankt,

welches mittlere Populationsdichte-Niveau für die Befalls-Herde des autochthonen Fichten-Gebietes typisch ist,

welche Faktoren der epidemiologischen Umwelt Grenzen und Niveau der Fluktuationen bestimmen.

Das sind vorderhand nur Fragen: man wird sie erst dann beantworten können, wenn populationsdynamische Untersuchungen, wie sie hier in Angriff genommen sind, nicht nur im autochthonen Fichtengebiet, sondern auch im Schadgebiet der Milbe über eine längere Reihe von Jahren hin durchgeführt worden sind.

Summary

In the autochthonous spruce area of the Harz mountains, NW-Germany, the Spruce Spider Mite occurs up to an altitude of about 800 mtrs. The author has, there, begun to study its distribution, ecology and population dynamics, and presents (fig.) and discusses the first results. The life conditions in the higher altitudes seem to allow a low but fairly stable population density level.

Literatur

- Brammanis, L.: Zur Kenntnis des Vorkommens und der Bekämpfung der Nadelholzmilbe, *Paratetranychus ununguis* (Jac.) (*Acari, Trombidiformes*). — Z. angew. Ent. **41**, 159–171, 1957.
- Hoffmeister, J. und Schnelle, F.: Klima-Atlas von Niedersachsen. — Oldenburg 1945.

- Kruel, W.: Auftreten und Bedeutung der Spinnmilben in der Forstwirtschaft. — Tagungsber. Nr. 17, Dtsch. Akad. Landw. Wiss. Berlin, 39–51, 1957.
- Meyer, E. und Hellerich, R.: Beobachtungen über schädliche Rhynchoten und Acariden an Moorbeetpflanzen im nordwestdeutschen Küstengebiet. — Z. PflKrankh. **64**, 514–520, 1957.
- Schwerdtfeger, F.: Grundsätzliches zur Populationsdynamik der Tiere, insbesondere der Insekten. — Allg. Forst- u. Jagdztg. **125**, 200–209, 1953/54.
- Thalenhorst, W.: Die Koinzidenz als gradologisches Problem. Eine synökologische Studie. — Z. angew. Ent. **32**, 1–48, 1951.
- — Vergleichende Untersuchungen über den Massenwechsel der Fichten-Nematoden. — Verh. Dtsch. Ges. angew. Ent., 14. Mitgl.-Vers. Göttingen, 95 bis 108, 1958.

Untersuchungen am Stichkanal der Graswanze *Miris dolobratius* L., der Urheberin der totalen Weißährigkeit des Rotschwingels (*Festuca rubra*)

Von F. Wagner und P. Ehrhardt

(Aus der Bayerischen Landesanstalt für Pflanzenbau und Pflanzenschutz — Außenstelle Würzburg — und dem Institut für Angewandte Zoologie der Universität Würzburg)

Mit 5 Abbildungen

Über die Ursache der totalen Weißährigkeit werden bisher sehr gegensätzliche Meinungen vertreten. Früher neigte man dazu, die Weißährigkeit vorwiegend auf Befall der Pflanzen durch tierische Parasiten, insbesondere Milben und Blasenfüße zurückzuführen. Demgegenüber hält man heute verschiedenartige physiologische Faktoren wie Wassermangel, aber auch starke Temperaturschwankungen und Spätfröste als Ursache für das Auftreten der totalen Weißährigkeit (Mühle, 1953). Erst neuerdings hat Pohjakallio (1960) durch Anzucht der Gräser bei höheren Temperaturen und gleichzeitig verminderter Belichtung ein Aushungern des Wachstumsgewebes über dem Knoten als Ursache für die Einschnürungen an der Wachstumszone der Halme verantwortlich gemacht. Fast zur gleichen Zeit konnte in eigenen Infektions- und Insektizidspritzversuchen (Wagner, 1960) nachgewiesen werden, daß zumindest für den unterfränkischen Raum die Graswanze — *Miris dolobratius* L. — als Haupterreger der totalen Weißährigkeit in Grassamenbeständen angesehen werden muß. Durch 6malige Insektizidspritzungen wurde nämlich das Auftreten der Weißährigkeit in mehreren Rotschwengel- und Wiesenschwengelbeständen verhindert. Außerdem gelang es, im Infektionskäfig durch *Miris*-Larven bei Rotschwengel weißährige Pflanzen mit den typischen Halmeinschnürungen an der Wachstumszone über dem Knoten zu erzeugen.

Während an den grünen Blattspreiten der Gräser die Stiche der Graswanzenlarven als nekrotische Flecke schon vor dem Auftreten der eigentlichen Weißährigkeit stets leicht erkennbar sind, ist später bei den weißährigen Pflanzen an der vertrockneten Blattscheide in der Nähe des Halmknotens äußerlich

keine Anstichstelle nachweisbar. Es fehlte also der direkte Nachweis, daß die Graswanzenlarven das Halmgewebe oberhalb der Knoten anstechen und die Zerstörung des Wachstumsgewebes der Halme eine unmittelbare Folge der Wanzenstiche ist. Es wurden daher je 3–5 Larven des 3. und 4. Stadiums über dem obersten Knoten von Rotschwingelpflanzen mittels kleiner Kunststoffzylinder eingekäfigt, die Tiere nach bestimmter Zeit entfernt und die Stengel auf Stichstellen untersucht. Dabei ergab sich, daß bereits nach wenigen Stunden Einkäfigungsdauer die Stichstellen nachweisbar waren. Von 3 Larven wurden innerhalb eines Tages an einem 5 cm langen Stengelstück bis zu 20 solcher Stichstellen hervorgerufen. In allen Fällen mußten von den Wanzen mindestens eine, oft sogar 2, den Stengel umhüllende Blattspreiten durchstoßen werden, um der Stechborste überhaupt das Eindringen in das Gewebe des Stengels zu ermöglichen. Nach Entfernen der Hüllblätter waren die Stichstellen bereits unter dem Binokular als kleine Löcher mit darumliegendem dunkelbraun gefärbtem Gewebe deutlich sichtbar. Nicht immer waren auch an den Hüllblättern die Stiche makroskopisch erkennbar, sondern nur in den Fällen, wo die Blätter noch grün und turgeszent waren. Bei älteren, schon fast vertrockneten Hüllblättern konnten weiße Anstichflecke nicht beobachtet werden.

Schneidet man nur wenige Stunden besogene Stengelteile nach Entfernung der Hüllblätter und untersucht die Schnitte mikroskopisch, so sind die Stichkanäle bereits ohne Anfärbung gut erkennbar. Der Stichkanal hebt sich bräunlich, zum Teil auch tiefer braun gefärbt vom umgebenden Pflanzengewebe ab. Im ersten Teil ist der Stichkanal seitlich schärfer abgegrenzt, während gegen den distalen Bereich des Stiches hin, eine ausgebreitete Zone von Zellen mit braunem Inhalt entstanden ist. Abbildung 1 zeigt wie im vordersten Teil des Stichbereiches ein größerer Raum vom Speichel erfaßt ist, wobei allerdings bereits das Gewebe weitgehend zerstört wurde und eine Höhlung im Stengel entstand. Allgemein fällt auf, daß je längere Zeit nach dem Stich vergangen ist, das Gewebe immer dunkler wird und oft ganze Zellen mit braunem Saft gefüllt erscheinen. Der Stich führt meist nur in die periphere Zone des Stengels und dringt nicht tiefer ein. Offensichtlich bevorzugen die Wanzen das in diesem Entwicklungszustand der Pflanzen noch zum Teil chlorophyllhaltige Gewebe zwischen und um die Leitzyylinder und dringen nicht ins Mark ein. Der Stich ist ganz selten zentripetal gerichtet, sondern verläuft meist (Abb. 2) leicht tangential, d. h. schräg zur Peripherie. Abbildung 1 dagegen zeigt einen seltenen Fall, bei dem der Stich genau zentripetal gerichtet ist und bis ins Mark vorstößt. Im peripheren Teil ist der Stichkanal noch deutlich (im Bild schwarz) sichtbar, während im Mark das wohl leichter zerstörbare Gewebe bereits aufgelöst und zerfallen ist, wohl auf Grund der Speichelnwirkung des Stiches.

Sehr viel deutlicher ist der Verlauf des Stichkanals zu verfolgen, wenn der Schnitt zur Anfärbung der Speichelscheide nach der Methode von Rawitscher (1933) oder Kloft (1956) angefärbt wird. Daß es sich bei dem angefärbten Material tatsächlich um tierische Produkte handelt, die beim Saugvorgang in die Pflanze abgegeben werden, konnte in jüngster Zeit mit Hilfe von Radioisotopen an verschiedenen pflanzenaugenden Insekten nachgewiesen werden (Flemion et al. 1951, Kloft 1956, Kloft und Ehrhardt 1959 und Lieserling 1960).

Der Stichkanal hebt sich nach der Anfärbung als leuchtend blaue Spur sehr gut von dem nur schwachblau angefärbten Pflanzengewebe ab. Wie aus Abbildung 2 ersichtlich ist, wird durch die spezifische Anfärbung des Speichels



Abb. 1. Stengel von Rotschwengel im Bereich der Wachstumszone oberhalb des letzten Knotens im Querschnitt. Schnitt nicht gefärbt. Speichelspur mit Zerfall des Gewebes im distalen Bereich des Stiches.

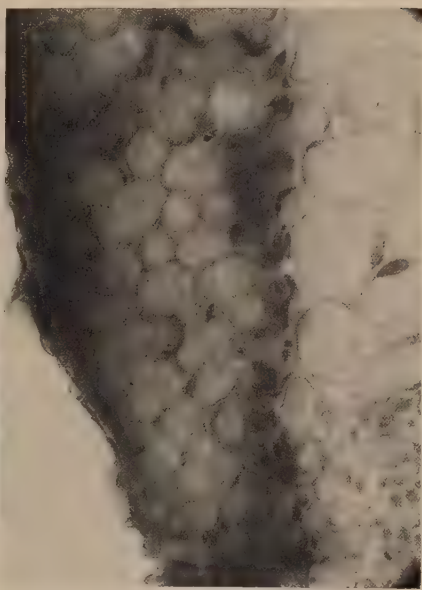


Abb. 2. Speichelspur zwischen 2 Leitbündeln, angefärbt nach Rawitscher. Schnittführung wie Abb. 1.

deutlich, daß tatsächlich die Zellen mit Speichel angefüllt sind. Dabei sind meist 2 aneinandergrenzende Zellen angestochen. Sie haben ihre natürliche Form verloren, sind kollabiert und abgestorben. Im Gegensatz zu vielen Blattläusen, die interzellulär stechen und deren Speichelscheide scharf abgegrenzt zwischen den einzelnen Zellen verläuft (Büsgen 1891, Davidson 1923 und Rawitscher 1933) stechen die Wanzen immer durch die Zelle hindurch, zerstören diese dabei und erfassen meist sogar 2 nebeneinanderliegende Zellen, so



Abb. 3. Teil einer angefärbten Speichelspur mit verschieden stark mit Speichel angefüllten Zellen. Schnittführung wie Abb. 1.

daß ein breiterer Kanal entsteht. Dieser ist nicht so scharf abgegrenzt wie bei den Blattläusen, sondern verläuft seitlich unregelmäßiger und erfaßt größere Bereiche. Daher ist wohl in diesem Fall eher der Ausdruck „Speichelspur“ gerechtfertigt, im Gegensatz zu den klar abgegrenzten Speichelscheiden anderer Pflanzensauger. Abbildung 3 zeigt wie einzelne Zellen teils vollständig, teils nur zur Hälfte bzw. weniger stark mit Speichel angefüllt sind. An Hand dieser Abbildungen wird verständlich, daß nicht nur die direkt vom Stich getroffenen Zellen zerstört werden, sondern daß auf Grund der Speichelwirkung auch entfernter liegende Zellen betroffen werden. Dies ist um so schädlicher, je näher der Stich in der Nähe der Leitbündel liegt und somit die Möglichkeit gegeben ist, daß diese zerstört und der Transport im Xylem und Phloem unterbrochen werden kann.



Abb. 4. Angestochener Stengel mit Dunkelfärbung des peripheren Gewebes und fortgeschrittener Zerstörung; 60 Stunden nach Anstich geschnitten. Speichelspur nicht mehr sichtbar. Schnittführung wie Abb. 1.

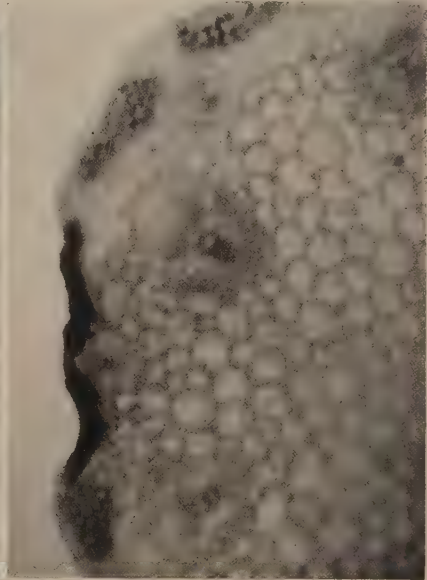


Abb. 5. Einbuchtungen des Gewebes an der Peripherie mit Schwärzung und Absterben der vom Speichel erfaßten Zellbereiche. Schnittführung wie Abb. 1
Fotos: Abb. 1–5 Ehrhardt.

Die bisher gezeigten Abbildungen stellen Stadien dar, die 6–12 Stunden nach dem Anstich der Tiere untersucht wurden. Nach dieser Zeit tritt nämlich sehr rasch eine Dunkelfärbung der angestochenen Zellbereiche ein, so daß die Speichelspuren ungefärbt überhaupt nicht mehr, durch Anfärbung nur noch sehr schwer zu erkennen sind. Die Ausbreitung des Speichels und Zerstörung des Gewebes geht also ziemlich schnell vor sich. Meist 2–3 Tage nach dem Anstich sind peripher ganze Sektoren des Stengels dunkelbraun bis schwarz gefärbt und im Absterben begriffen (Abb. 4), wobei eine Eindellung von außen her stattfindet, die durch Histolyse des Gewebes entsteht. Dadurch wird der Stengel, meist von einer Seite her, eingeschnürt und es entsteht das typische Symptom, wie es für die Weißährigkeit charakteristisch ist. Je nach der Zahl

der Anstiche kommt es zu einzelnen oder mehrfachen Einschnürungen des Stengels. Erfolgt der Stich in den Übergangsbereich von Wachstumsgewebe und bereits verhärtetem Stengelteil, so kommt es durch Nachschieben der Wachstumszone zu Verdrehungen, Einbuchtungen, deren Ränder dunkel gefärbt sind (Abb. 5), entstehen auch, wenn die Stechborsten nicht weiter in den Stengel eindringen, sondern der Stich bereits an der Peripherie des Stengels endet. Durch die Speichelausschüttung tritt eine Auflösung und Eindellung des Gewebes ein. Der Stich muß also gar nicht unbedingt in den Stengel selbst eindringen; um eine Schädigung zu verursachen, genügt es schon, wenn die Stechborsten bis zur Peripherie vordringen.

Aus obigen Befunden darf geschlossen werden, daß die Stiche von *Miris*, die im Bereich der Wachstumszone der oberen Knoten liegen, zu Einschnürungen des Stengels und darauffolgend zur Ausbildung der Symptome der Weißährigkeit führen. Auf Grund unserer Ergebnisse darf angenommen werden, daß bereits ein einzelner Stich, der tief und lange genug erfolgte, das Absterben des Halmes in diesem Bereich bedingen kann. Die Zerstörung des Gewebes in der geschädigten Zone führt zu einer Absperrung des gesamten Leitungssystems der Pflanze. Damit ist der über dem Stichbereich liegende Pflanzenteil zum Absterben verurteilt. Die toxische Wirkung des Speichels steht bei diesem Geschehen, neben der rein mechanischen Komponente der Zerstörung durch die ziemlich robusten Stechborsten, wohl außer Frage. Die Schadwirkung konnte von uns bisher sicher für das 3. und 4. Larvenstadium von *Miris* nachgewiesen werden. Bei den jüngeren Larven dürfte die Wirkung, besonders wegen der schwächeren und kürzeren Stechborsten noch nicht in diesem Ausmaß gegeben sein. Die Stichkanalanfärbung konnte nicht nur am Halmmaterial mit eingekäfigten Wanzen erreicht werden, sondern auch an Rotschwingelhalm aus einem stark weißährigen Feldbestand. Im Gegensatz zu den Käfigversuchen ist es im Freiland sicher, daß durch das Saugverhalten der Wanzen, die an der einzelnen Anstichstelle höchstens $\frac{1}{2}$ Stunde verweilen, andererseits sehr beweglich sind, von einem einzelnen Tier zahlreiche Pflanzen geschädigt werden können.

Auch Pohjakallio (1960) fand an Gräsern, die im Frühsommer aus dem Freien ins Labor gebracht wurden, die typischen Einschnürungen der Weißährigkeit über dem letzten Knoten und führte sie auf physiologische Ursachen zurück. Aus seinen Abbildungen 5, 6 und 7 geht aber nach unseren Erfahrungen hervor, daß es sich hierbei möglicherweise auch um Anstichstellen von Wanzen bzw. deren Folgeerscheinungen handelt. Auch Pohjakallio spricht von zerstörten und zerbrochenen Zellwänden und von „Ansamlungen“ von gelbem Saft im Gewebe, der eventuell mit dem Speichel der Wanzen identisch sein könnte. Interessant ist auch in diesem Zusammenhang, daß Nuorteva (1956) bei den älteren Larvenstadien von *Miris dolabratus* und bei imaginalen Weibchen schon eine hochwirksame Protease im Speichel feststellen konnte.

Zusammenfassung

Nachdem, gestützt auf Insektizidspritzungen in Feldversuchen und durch Käfigversuche im Laboratorium, die Wanze *Miris dolabratus* L. in Unterfranken als Haupterreger der totalen Weißährigkeit angesehen werden kann, wurde durch die vorliegende Untersuchung der Nachweis erbracht, daß allein der Anstich von *Miris*-Larven in die Wachstumszone der Blütenstandsinternodien bei Rotschwengel die Weißährigkeit erzeugen kann. Die Speichelspur wurde durch spezifische Anfärbung innerhalb des pflanzlichen Gewebes nachgewiesen und die durch den Stich hervorgerufene Schadwirkung mikroskopisch an Schnitten untersucht.

Summary

By means of insecticide spraying tests in the field and experiments in the laboratory it was shown, that the bug *Miris dolobratus* L. is the main cause of the total whiteheads in grasses in Unterfranken. By this investigation it was established, that the punctures performed by larvae of *Miris* into the uppermost growing region of straws of *Festuca rubra* are responsible for the symptoms of total whiteheads. The salivary sheath was demonstrated in the plant tissue by specific staining and the damage, produced by the sting of the bug was microscopically investigated.

Literatur

- Büsgen, M.: Der Honigtau. Biologische Studien an Pflanzen und Pflanzenläusen. Jena. Z. Naturw. (N. F.) **25**, 82 S., 1891.
- Davidson, J.: The penetration of plant tissues and the source of food supply of *Aphids*. — Ann. appl. Biol. **10**, 35–54, 1923.
- Flemion, F., Weed, R. M. and Miller, L. P.: Deposition of P³² into host tissue through the oral secretions of *Lygus oblineatus*. — Contr. Boyce Thompson Inst. **16**, 285–294, 1951.
- Kloft, W.: Wechselwirkungen zwischen pflanzensaugenden Insekten und den von ihnen besogenen Pflanzengeweben. — Habilitationsschrift, Würzburg 1956 und Z. angew. Ent. **45**, 337–381 und **46**, 42–70, 1960.
- Kloft, W. and Ehrhardt, P.: Zur Frage der Speichelinjektion beim Saugakt von *Thrips tabaci* Lind (*Thysanoptera*, *Terebrantia*). — Naturwissenschaften **20**, 586–587, 1959.
- Liesering, R.: Beitrag zum phytopathologischen Wirkungsmechanismus von *Tetranychus urticae* Koch (*Tetranychidae*, *Acari*). — Z. PflKrankh. **67**, 524 bis 542, 1960.
- Mühle, E.: Die Krankheiten und Schädlinge der zur Samengewinnung angebauten Futtergräser. — Leipzig 1953.
- Nuorteva, P.: Developmental changes in the occurrence of the salivary proteases in *Miris dolobratus* L. (*Hem.*, *Miridae*). — Ann. Ent. Fenn. **22**, 117–119, 1956.
- Pohjakallio, O., Kleemola, S. and Karhuvaara, L.: On a cause of physiogenic whiteheads in some grass species. — Acta Agric. Scand. **10**, 153–167, 1960.
- Rawitscher, F.: Wohin stechen die Pflanzenläuse? — Z. Botanik **26**, 145–168, 1933.
- Wagner, F.: Über Untersuchungen zur Ursache und Bekämpfung der totalen Weißährigkeit an Gräsern. — Prakt. Bl. PflBau PflSchutz **55**, 137–147, 1960.

Untersuchungen von Rückständen einiger organischer Phosphorsäureverbindungen auf Kopfsalat*)

Von H. Stobwasser

(Aus dem Institut für Pflanzenschutz der Landwirtschaftlichen Hochschule, Stuttgart-Hohenheim. Direktor: Prof. Dr. B. Rademacher)

Der Frage der Rückstände von Pflanzenschutzmitteln auf Erntegut und insbesondere auf Gemüse und Obst wird in allen Kulturstaaten zunehmende Bedeutung beigemessen. Durch Festlegung von Toleranzwerten, d. h. Höchstmengen von Wirkstoffen, die zur Zeit der Ernte bzw. des Verzehrs als unbedenklich noch zugelassen sind, und durch Aufstellung von Richtlinien für Warte(Karenz)zeiten

*) Die Arbeit wurde mit Unterstützung der Deutschen Forschungsgemeinschaft durchgeführt.

zwischen Behandlung und Ernte sollen die Gefahren für den Menschen beim Genuß behandelter Pflanzen praktisch ausgeschaltet werden. Andererseits sollen diese Toleranzen und Wartezeiten mit der Praxis des Pflanzenschutzes im Einklang stehen, wenn der Behandlungszweck erreicht werden soll. Es ist daher eine der Aufgaben der untersuchenden Stellen, unter den Verhältnissen der Praxis den Ablauf der Minderung an Wirkstoffen mit der Zeit zu verfolgen. Dieser ist nicht allein vom Wirkstoff als solchem, sondern auch von den Umweltbedingungen, den Witterungseinflüssen (z. B. Temperatur, Regen, Wind) und der Art der Pflanze abhängig.

Einige Gemüse- und Obstarten werden bei der Behandlung dem Spritzstrahl unmittelbar ausgesetzt, so z. B. Salat, Äpfel, Blumenkohl — sofern die Blume nicht mit Blättern abgedeckt ist —, während andere Früchte beim Spritzen weitgehend durch das Blattwerk geschützt sind, so daß der Spritzmittelbelag bei ihnen vergleichsweise von vornherein geringer sein wird (z. B. bei Gurken, Bohnen, Erbsen usw.). Es soll im folgenden über Rückstandsuntersuchungen auf Kopfsalat berichtet werden, zumal dieser nicht nur im Freiland, sondern auch in Unterglaskulturen, in denen mit größeren Rückstandsmengen zu rechnen ist, angebaut wird. Als Wirkstoffe wurden Parathion, Malathion, ferner in neueren Versuchen auch Diazinon als wichtige Vertreter der organischen Phosphorsäureverbindungen ausgewählt.

Anlage und Durchführung der Versuche

Die Versuche erstreckten sich auf die Jahre 1959–1961. Sie wurden sowohl in Freilandkulturen wie in Frühbeetkästen durchgeführt.

Für erstere stand jeweilig eine Gesamtfläche von 60 bis 80 m² zur Verfügung, die in den vorhergehenden Jahren nicht mit den Wirkstoffen behandelt worden war. Die Fläche wurde so unterteilt, daß je Wirkstoff und Konzentration 2 Einzelparzellen von 5 bis 6 m² verfügbar waren. Bei den Frühbeetkasten-Versuchen wurde je Wirkstoff und Konzentration mit einem Doppelfenster von 1,5 × 2 m gearbeitet. Neben den behandelten Parzellen wurde in jeder Versuchsreihe eine genügend große Fläche für unbehandelte Kontrollen reserviert.

Die Spritzmittelmenge betrug in allen Fällen 1000 l/ha. Da in der Praxis des Gemüsebauern mit gelegentlichen Überdosierungen zu rechnen ist, wurde der Salat nicht nur in der vorgeschriebenen, sondern auch mit einer 3fach überhöhten Konzentration behandelt. Es wurden angewendet:

Parathion (E 605 forte, Bayer)	0,035 und 0,105%
Malathion (Wacker- bzw. Cela-Emulsion)	0,1 und 0,3%
Diazinon (Basudin-Emulsion, Spieß)	0,1 und 0,3%.

Um den Ablauf der Rückstandsminderung von vornherein verfolgen zu können, wurden die ersten Proben schon am Tage der Behandlung nach Antrocknen der Spritzbrühe (1959 erst vom 5. Tage ab) genommen, sodann in Abständen von einigen Tagen bis zum Ablauf der Karenzzeit bzw. bis keine oder nur noch verschwindend kleine Rückstandsmengen gefunden wurden. Jeweilig wurden Gesamtproben zwischen 0,75 und 1,5 kg geerntet, die so unterteilt wurden, daß je Parzelle 2–4 repräsentative Einzelproben von 75 bis 200 g je nach der zu erwartenden Rückstandsmenge und nach Stoff analysiert werden konnten.

Die Einzelproben wurden feingeschnitten und je nach Pflanzenmenge mit 150–400 ml Lösungsmittel 30 Minuten mechanisch geschüttelt. Da beim Abgießen der Pflanzenextrakte ein kleiner Teil des Lösungsmittels den geschnittenen Proben anhaftet, wurden bei jeder Analyse die Abgumengen ermittelt und bei der Ergebnisberechnung berücksichtigt. Zudem wurde für jeden Wirkstoff der durch Abdampfen usw. entstehende Verfahrensverlust durch Analysen von Blindproben mit bekannten Wirkstoffmengen bestimmt und ebenfalls bei der Auswertung einbezogen.

Parathion wurde nach dem Verfahren von Zeumer-Fischer (2) analysiert. Als Extraktionsmittel diente Wundbenzin, das nach dem Schütteln in Porzellanschalen mit Hilfe eines Föns abgedampft wurde. Die Rückstände wurden in Petroläther (Siedebereich $<40^{\circ}\text{C}$) in Reagenzgläser gebracht, aus denen der Petroläther im Wasserbade wiederum verdampft wurde. Aus den Reagenzgläsern wurden die Rückstände mit Alkohol-Wasser (1 : 1) in mehreren Portionen herausgelöst. Die meist trüben Lösungen wurden zur Entfernung ungelöster Pflanzenstoffe filtriert und in graduierte Reagenzgläser gebracht, die zum Schluß mit Alkohol-Wasser auf 10,0 ml aufgefüllt wurden. Der weitere Analysengang erfolgte nach der Vorschrift von Zeumer und Fischer. Störungen desselben durch Pflanzenstoffe des Salats sind nicht beobachtet worden. Die untere Bestimmungsgrenze liegt bei etwa 0,03 ppm (USA-Toleranz: 1,0 ppm).

Malathion wurde nach Norris, Vail und Averell (1) bestimmt. Bei diesem Verfahren wird nach Spaltung des Malathionmoleküls die gelbgefärbte Cu-Komplexverbindung der Dimethyldithiophosphorsäure spektrometriert. Als Extraktionsmittel wurde handelsübliches CCl_4 nach Destillation verwendet. Das Verfahren ist weniger empfindlich als die Parathionbestimmung, was aber im Hinblick auf die geringere Giftigkeit von Malathion in Kauf genommen werden kann. Die untere Bestimmungsgrenze liegt bei etwa 0,3 ppm (USA-Toleranz: 8,0 ppm).

Diazinon wurde nach einem Werksverfahren von Geigy analysiert. Nach den bisherigen Erfahrungen können noch etwa 0,03–0,05 ppm mit genügender Genauigkeit bestimmt werden (USA-Toleranz: 0,75 ppm).

Ergebnisse

Im folgenden sind die Mittelwerte der Rückstandsuntersuchungen in ppm zu verschiedenen Zeiten nach der Behandlung tabellarisch zusammengefaßt, wobei unter a) die Werte bei Normaldosierung und unter b) die bei der 3fachen Konzentration angegeben sind. Da zur Beurteilung der möglichen Rückstände nicht nur die Mittelwerte interessieren, sind in Klammern auch die bei den Versuchen gefundenen Höchstwerte in ppm beigelegt worden.

Tabelle 1 zeigt die Ergebnisse der Versuche in Freilandkulturen
Tabelle 2 enthält die entsprechenden Witterungsdaten.

Tabelle 1
Parathion

Spritzdatum	Sorte	Konzentration	Tage nach Behandlung						
			0	3	5	6	14	21	34
15. 7. 1959	Trotzkopf	a	—	—	0,29 (0,33)	—	0,15 (0,16)	0,13 (0,16)	—
		b	—	—	1,7 (1,9)	—	0,36 (0,37)	0,35 (0,36)	0,12 (0,12)
7. 6. 1960	Maikönig	a	1,2 ¹ (1,4)	0,36 (0,53)	—	0,22 (0,22)	<0,03	—	—
		b	5,6 ¹ (6,0)	1,8 (2,2)	—	0,90 (1,4)	<0,03	—	—
23. 5. 1961	Maikönig	a	2,1 (2,4)	0,58 ² (0,74)	—	0,28 (0,34)	0,12 (0,18)	<0,03	—
		b	3,3 (3,5)	2,1 ² (4,0)	—	0,66 (0,81)	0,18 (0,26)	0,06 (0,11)	—

Malathion

Spritz- datum	Sorte	Kon- zen- tra- tion	Tage nach Behandlung					
			0	3	5	6	8	13
15. 7. 1959	Trotzkopf	a	—	—	—	0,43 (0,45)	—	< 0,3
		b	—	—	—	1,4 (1,5)	—	0,48 (0,50)
7. 6. 1960	Maikönig	a	1,3 ¹⁾ (1,3)	0,44 (0,48)	—	—	—	—
		b	4,4 ¹⁾ (4,4)	0,92 (0,93)	—	—	—	—
6. 7. 1960	Maikönig	a	0,78 (1,0)	—	< 0,3	—	—	—
		b	2,2 (2,3)	—	0,31 (0,35)	—	< 0,3	—

Diazinon

Spritz- datum	Sorte	Konzen- tration	Tage nach Behandlung			
			0	2	7	14
23. 5. 1961	Maikönig	a	1,5 (1,8)	0,46 (0,56)	0,05 (0,07)	< 0,03
		b	5,3 (6,4)	1,1 (2,1)	0,5 (1,1)	0,05 (0,09)

¹⁾ nach 1 Tag. ²⁾ nach 2 Tagen.

Tabelle 2

Beobachtungs- zeit	Temperatur			Nieder- schlag Mittel tägl. mm	Sonnen- scheindauer Mittel tägl. Std.
	Mittel °C	Maximum °C	Minimum °C		
15. 7.—28. 7. 59	20,0	26,7	14,0	0,1	10,8
15. 7.—18. 8. 59	17,8	23,4	13,1	2,0	7,4
7. 6.—21. 6. 60	16,8	22,1	12,1	3,4	7,7
6. 7.—14. 7. 60	15,6	20,4	11,7	2,4	5,7
23. 5.—6. 6. 61	11,2	16,1	7,4	3,7	3,6
23. 5.—13. 6. 61	11,9	16,7	8,5	4,3	3,3

Die Rückstandsmengen der 3 Stoffe liegen bei der Normaldosierung schon nach wenigen Tagen weit unterhalb der amerikanischen Toleranz; sie betragen am Ende der Karenzzeit (Parathion 14 Tage, Malathion 7 Tage, Diazinon 10 Tage) größenordnungsmäßig nur noch $\frac{1}{10}$ derselben und weniger. Bei der 3fachen Dosierung überschreiten die ppm-Werte anfangs bei Parathion und Diazinon zwar erheblich die Toleranz, sie sinken dann aber relativ schnell ab. Selbst in dem trockenen Sommer 1959 wurde nach Ablauf der Karenzzeit bei Parathion nur noch etwa $\frac{1}{3}$ der USA-Toleranzmenge und bei Malathion ein noch kleinerer Teil derselben ermittelt.

Die gefundenen Rückstandshöchstwerte lagen im Maximalfalle bis etwa 100%, in der Regel jedoch nur 10–20% höher als die Mittelwerte. Jedenfalls unterscheiden sie sich in der Größenordnung kaum von den Mittelwerten.

Die folgende Tabelle 3 zeigt die Analysenwerte der Salatversuche in Unterglaskulturen. In Tabelle 4 sind die im Freien ermittelten Witterungsdaten angegeben, für den Frühjahrsversuch 1961 sind in Klammern die im Innern der Frühbeetkästen gemessenen Temperaturen beigelegt.

Tabelle 3

Spritzdatum	Sorte	Wirkstoff	Konz.	Tage nach Behandlung					
				0	2	8	10	14	21
25. 10. 1960	Attraktion	Parathion	a	1,6 (2,6)	1,2 (1,6)	1,2 (1,3)	0,96 (1,1)	0,65 (0,69)	—
			b	> 5	4,1 (4,6)	3,0 (4,0)	2,2 (2,3)	1,7 (2,1)	—
		Malathion	a	5,9 (7,5)	4,0 (4,3)	1,5 ? (1,5) ?	1,7 (1,7)	0,76 (0,89)	—
			b	>> 10	16,0 (17,7)	7,1 ? (9,0) ?	7,4 (9,0)	5,4 (6,2)	—
		Parathion	a	7,1 (8,3)	2,9 (3,4)	0,57 (0,71)	—	0,17 (0,22)	—
			b	16,8 (20,8)	5,2 (7,8)	2,5 (3,9)	—	1,1 (1,5)	0,28 (0,47)
12. 4. 1961	Maikönig	Malathion	a	11,1 (14,2)	1,7 (2,2)	0,5 (0,7)	—	< 0,3	—
			b	30,6 (35,7)	12,8 (18,2)	1,7 (2,5)	—	0,8 (1,4)	—
		Diazinon	a	4,8 (5,4)	1,5 (1,8)	0,21 (0,38)	—	0,05 (0,07)	—
			b	23,9 (26,9)	4,4 (4,9)	0,70 (0,87)	—	0,35 (0,51)	—
		Parathion	a	7,1 (8,3)	2,9 (3,4)	0,57 (0,71)	—	0,17 (0,22)	—
			b	16,8 (20,8)	5,2 (7,8)	2,5 (3,9)	—	1,1 (1,5)	0,28 (0,47)
		Malathion	a	11,1 (14,2)	1,7 (2,2)	0,5 (0,7)	—	< 0,3	—
			b	30,6 (35,7)	12,8 (18,2)	1,7 (2,5)	—	0,8 (1,4)	—

Tabelle 4

Beobachtungszeit	Temperatur			Sonnenschein- dauer Mittel tägl. in Std.
	Mittel ° C	Maximum ° C	Minimum ° C	
25. 10.— 8. 11. 60	8,3	12,5	5,4	3,2
12. 4.—26. 4. 61	10,4 (17,3)	15,3 (30,7)	6,8 (8,9)	3,8
12. 4.— 3. 5. 61	9,9 (16,9)	14,8 (28,9)	6,8 (8,9)	2,9

Die Ausgangswerte am Tage der Behandlung liegen bei dem Versuch 1961 wesentlich höher als die von 1960. Dies ist wahrscheinlich daraus zu erklären, daß verschiedene Sorten untersucht wurden und die Salatköpfe weiter geöffnet waren, also mehr Wirkstoff aufgefangen wurde als im Herbst 1960. Ganz allgemein ist der Wirkstoffbelag verglichen mit den Freilandversuchen wesentlich haltbarer, was wenigstens zum Teil auf das Fehlen von Niederschlägen zurückzuführen ist. Bemerkt sei, daß die Fenster der Frühbeetkästen tagsüber 1–2 handbreit geöffnet und nachts geschlossen waren. Daß aber auch die Temperatur eine merkbare Rolle spielt, zeigt der relativ stärkere Abfall der Werte im Frühjahr 1961. Hier wurden an einzelnen Tagen stundenweise bis über 40° C gemessen, es traten also Temperaturen auf, bei denen der Dampfdruck der Wirkstoffe beträchtlich ist. Wie weit sich der Faktor der Luftbewegung bei dem Ablauf der Rückstandsminderung bemerkbar macht, konnte bei den bisherigen Versuchen noch nicht geklärt werden.

Bei Parathion wurde im Herbst 1960 bei Normaldosierung der Toleranzwert erst nach 10–14 Tagen (also etwa nach der Wartezeit), im Frühjahr 1961 bereits nach 8 Tagen unterschritten. In beiden Versuchsreihen lag bei der 3fachen Konzentration nach 14 Tagen der ppm-Wert noch über der Toleranz von 1 ppm.

Bei Malathion ist der Wirkstoffabfall erheblich stärker als bei Parathion. Trotz der hohen Ausgangswerte ist er bei der Normaldosierung schon nach wenigen Tagen beträchtlich unter 8 ppm abgesunken, bei der 3fachen Konzentration lag er lediglich im Herbst 1960 nach 8 Tagen noch in der Größenordnung des Toleranzwertes.

Die Minderung der Rückstandsmengen bei Diazinon ist ebenfalls stärker als bei Parathion. Nach 1 Woche erreichte der gefundene Wert nur bei der 3fachen Konzentration etwa die USA-Toleranz von 0,75 ppm.

Für die ermittelten Höchstwerte gilt etwa das gleiche wie bei den Freilandversuchen.

In der folgenden Tabelle 5 wird angegeben, wieweit behandelter Salat durch normales haushaltsmäßiges Abwaschen von Wirkstoff befreit wird. Hierzu wurden 100 g Proben im Laboratorium mit wäßrigen Emulsionen der bei den Außenversuchen verwendeten Handelspräparate gespritzt. Nach dem Antrocknen der Spritzbrühen wurden in mehreren Versuchsreihen je 3 Proben ungewaschen analysiert (Ausgangsmenge) bzw. 3, 6 und 9mal in Waschschrüsseln mit jeweils frischem Wasser gespült und sodann nach nochmaligem Antrocknen analysiert. Die Ausgangsmengen wurden so gewählt, daß sie etwa den amerikanischen Toleranzwerten entsprachen.

Tabelle 5

Wirkstoff	Ausgangsmenge	Minderung in % der Ausgangsmenge nach Abwaschen		
		3mal	6mal	9mal
Parathion. . . .	Durchschn. 1,0 ppm	40	56	60
Malathion. . . .	Durchschn. 7,9 ppm	69	81	82
Diazinon	Durchschn. 0,9 ppm	43	50	60

Bei allen 3 Wirkstoffen wurde schon nach 3maligem Abwaschen ein großer Teil des Belages entfernt. Doch zeigte es sich, daß bei weiterem Waschen (bis 9mal) eine völlige Beseitigung der Wirkstoffreste nicht erreicht wird. Der Abspüleffekt bei Parathion und Diazinon ist etwa gleich, der von Malathion etwas größer. Obgleich eine völlige Entfernung von Wirkstoff durch das Abwaschen nicht erzielt wird, so erscheint der Abspüleffekt groß genug, um die in der Praxis möglichen Rückstände zu unbedenklichen Mengen zu reduzieren.

Im übrigen scheint nach den bisherigen, aber noch nicht genügend gesicherten Untersuchungen der Effekt bei größeren Wirkstoffmengen stärker als bei kleineren zu sein.

Zusammenfassung

In mehrjährigen Versuchen wurden die Rückstände von Parathion, Malathion und Diazinon auf Freilandsalat vom Tage der Behandlung ab analytisch kontrolliert. Bei normaler Dosierung sanken sie schon wenige Tage nach der Behandlung

unter die USA-Toleranz ab. Nach Ablauf der Karenzzeit wurde diese auch bei 3facher Dosierung nicht mehr erreicht. Bei Unterglaskulturen ist der Wirkstoffbelag haltbarer als im Freiland, doch sind bei Innehaltung der Dosierungsvorschriften und der Karenzzeiten keine bedenklichen Rückstände zu erwarten. Durch Waschen von Salat werden zudem etwa vorhandene Rückstandsreste noch erheblich herabgesetzt.

Summary

During 3 years the residues of parathion, malathion, diazinon on field-lettuce are analysed from application day till their disappearance. The insecticides are applied in normal and threefold normal concentration. At the normal concentration the ppm-values were lower already in a few days after application than the USA-tolerances. The residues of threefold concentrated insecticides were also under the tolerances at the fixed waiting time after the application (parathion 14, malathion 7 and diazinon 10 days). In further experiments the residues on lettuce in hotbeds have been investigated. In this case the decrease of the insecticide residues is lower than in field-lettuce. Nevertheless they decline at the normal concentration after the fixed waiting time under the tolerance-value, while after application of threefold concentration the ppm-values of parathion at this time are higher than tolerance and these of malathion and diazinon are about equal the tolerance values.

By washing threetimes as usual in household a big part of residues on lettuce is removed, so that critical residues after washing even at overdosages don't have to expect. A very small amount of residues on the lettuce-leaves also remains, if the washings are repeated still several times.

Literatur

1. Norris, M., Vail, W. A. and Averell, P. R.: Colorimetric estimation of malathion residues. — J. agric. Food Chem. **2**, 570-573, 1954.
2. Zeumer, H. und Fischer, W.: Beitrag zur Analyse von E 605. — Z. Analyt. Chem. **135**, 401-409, 1952.

Untersuchungen zur Frage der Wurzelausscheidungen mit Hilfe radioaktiver Isotopen am Beispiel von Ackersenf (*Sinapis arvensis* L.)

Von H. Börner

(Aus dem Institut für Pflanzenschutz der Landwirtschaftlichen Hochschule Stuttgart-Hohenheim, Direktor: Prof. Dr. B. Rademacher)

Mit 4 Abbildungen

I. Einleitung

Im Zusammenhang mit Fragen einer gegenseitigen Beeinflussung höherer Pflanzen (Allelopathie) wird immer wieder die Frage diskutiert, ob die lebende Wurzel in der Lage ist, organische Stoffe auszuschcheiden. Es ist unbestritten, daß während der Entwicklung des Wurzelsystems fortwährend Wurzelhaare und Kalyptrazellen abgestoßen werden und dabei geringe Mengen organischer Substanzen in den Boden gelangen. Ihre Konzentration ist jedoch sicher so gering, daß die auf diese Weise freiwerdenden Stoffe kaum in der Lage sein werden, andere Pflanzen direkt zu beeinflussen. Das ganze Problem konzentriert sich vielmehr auf die Frage, ob wir auch mit einer Abgabe organischer Stoffe aus der lebenden Wurzel rechnen können.

Die wichtigsten Gesichtspunkte zu diesen Fragen sind in den Sammelreferaten von Grümmer (1955), Rademacher (1959) und Börner (1960, 1961) zusammenfassend dargestellt und ausführlich diskutiert worden. Auf Grund dieser Arbeiten ist bisher folgendes sichergestellt:

1. Eine aktive Ausscheidung organischer Verbindungen aus der Wurzel konnte bisher nicht beobachtet werden.
2. Die als Wurzelausscheidungen festgestellten Verbindungen gelangen wahrscheinlich auf dem Diffusionsweg nach außen. Die Konzentration dieser Stoffe ist daher gering.
3. Eine Schädigung der Wurzel (z. B. Kultur in destilliertem Wasser oder Ein-salzlösung, vorübergehendes Anwelken der Pflanze usw.) führt zu einer Erhöhung der Ausscheidung.

Durch die Verwendung radioaktiver Isotopen ist die Möglichkeit gegeben, diese Arbeiten mit größerer Empfindlichkeit erneut aufzugreifen. Für diese Untersuchungen bieten sich 2 Methoden an: Die in Wasserkultur unter Zusatz radioaktiver Isotopen aufwachsenden Pflanzen werden nach einem bestimmten Zeitpunkt in eine isotopenfreie Nährlösung übergesetzt und anschließend die Menge der aus den Wurzeln austretenden, markierten Verbindungen bestimmt (Michael und Marschner 1958a, b, Marschner und Michael 1960), oder es werden für diese Untersuchungen mit radioaktiven Isotopen markierte Samen verwendet, wobei die Markierung über die in Wasserkultur aufwachsenden Pflanzen erfolgt (siehe Börner, Morgenstern, Rademacher 1960). Die so erhaltenen Samen werden zur Keimung gebracht und die Abgabe radioaktiver Substanzen aus den Keimwurzeln bestimmt.

Die erste Methode hat zwar den Vorteil, daß Untersuchungen mit älteren Pflanzen durchgeführt werden können, aber den Nachteil, daß es nicht mit Sicherheit möglich ist zu unterscheiden, ob es sich um eine echte Ausscheidung oder zumindest teilweise um eine Diffusion von oberflächlich an den Wurzeln haftenden Nährstoffen handelt.

Bei den vorliegenden Untersuchungen wurde auf die zweite Methode zurückgegriffen. Hierbei müssen alle im Außenmedium vorhandenen radioaktiven Verbindungen als Wurzelausscheidungen betrachtet werden. Als Versuchsobjekt wurde *Sinapis arvensis* verwendet. Diese Pflanze enthält nach den Untersuchungen von Gmelin (1954) in den Samen und nach Börner, Morgenstern und Rademacher (1960) auch in anderen Teilen die für die Familie der Cruciferen typischen Senfölglykoside. Entscheidend für die Auswahl dieser Pflanze war jedoch die Tatsache, daß es auf einfache Weise möglich war, diese Verbindungen über die in Wasserkultur aufwachsenden Pflanzen durch Zugabe von S-35 als Sulfat zur Nährlösung zu markieren (siehe Börner, Morgenstern und Rademacher 1960, Rademacher, Börner, Morgenstern und Rentschler 1961). Um auftretende Wurzelausscheidungen im Außenmedium identifizieren bzw. nachweisen zu können, war es zunächst nötig festzustellen, welche mit S-35 markierten Verbindungen in der lebenden Pflanze selbst nachweisbar sind. Diese Arbeiten gehen daher den eigentlichen Untersuchungen über die Abgabe markierter Verbindungen voraus.

II. Nachweis S-35 markierter Verbindungen in *Sinapis arvensis* nach Aufnahme von S-35 als Sulfat durch die Wurzeln

1. Methodik

a) Wasserkulturversuch: Auf Filterpapier ausgekeimte Samen von *Sinapis arvensis* wurden nach Ausbildung der Keimwurzeln und Keimblätter in Nährlösung nach Richter übertragen und die Pflanzen bis zur Reife der Samen kultiviert. (Einzelheiten zur Wasserkultur von *Sinapis arvensis* siehe Börner 1958.) Nach Sichtbarwerden der ersten Blüten wird die Nährlösung gewechselt und den einzelnen Gefäßen (Kunststoffgefäße aus Trovidur, Inhalt etwa 4 l) neben einer neuen Nährlösung jeweils 4 mC S-35 als Sulfat in Kochsalzlösung (pH ~5) zugegeben. Die spezifische Aktivität der Nährlösung betrug somit $1,0 \mu\text{C} \cdot \text{cm}^{-3}$.

b) Extraktion des Pflanzenmaterials: Blütenblätter (0,5–1 g), grüne Blätter (2 g), Samen (50–100 mg) sowie Keimblätter und Keimwurzeln, von jeweils 40 aus markierten Samen erhaltenen Keimpflanzen, wurden im Mörser je nach Substanzmenge mit 50–100 ml 95%igem Alkohol und Zusatz einer kleinen Menge Quarzsand fein zerrieben. Die Extrakte blieben 2 Stunden bei Zimmertemperatur stehen, wurden anschließend abfiltriert (= alkohollöslicher Anteil) und das Filtrat bis auf 1 ml eingengt. Der Rückstand wurde mehrere Male mit Alkohol nachgewaschen und anschließend je nach Rückstandsmenge, soweit möglich, in 2 bis 10 ml Wasser gelöst und danach erneut filtriert (= wasserlöslicher Anteil). Das Filtrat wurde, um enzymatische Umsetzungen zu vermeiden, bis zur weiteren Verwendung eingefroren.

c) Papierchromatographie: Für die aufsteigende papierchromatographische Trennung der Pflanzenextrakte wurde Papier S & S 2043b und das Lösungsmittelgemisch Butanol/Äthanol/Wasser 4 : 1 : 3 verwendet.

d) Nachweisreaktionen: Diazoreagenz zum Nachweis phenolischer Verbindungen: 10 mg diazotierte Sulfanilsäure + 20 ml einer 10%igen Natriumkarbonatlösung. Nachweisreagenz für Senfölglykoside: eine 10%ige Ammoniaklösung wird im Verhältnis 1:1 mit einer 1%igen Silbernitratlösung gemischt. Nach Aufsprühen der Reagenzlösung das Chromatogramm 10 Minuten bei 110 bis 120° C erwärmen und danach erneut mit obigem Reagenz besprühen. Senfölglykoside erscheinen als grauviolette Flecke. Die mit S-35 markierten Verbindungen wurden außerdem durch radiopapierchromatographische Methoden nachgewiesen.

2. Ergebnisse der papierchromatographischen Untersuchungen

In alkoholischen Extrakten der Blätter, Blütenblätter, Samen, Keimblätter und Keimwurzeln waren auf Grund der Nachweisreaktionen und papierchromatographischer Untersuchungen 3 Senfölglykoside (Verbindungen *b*, *c* und *d* der Abb. 1 und 2) nachweisbar. Hiervon konnte Verbindung *d* als Sinalbin identifiziert werden, während es sich bei *b* und *c* nach den Angaben von Gmelin (1954) wahrscheinlich um Gluconasturtiin bzw. Glucotropaeolin handelt.

Tabelle 1. Papierchromatischer Nachweis von Senfölglykosiden in verschiedenen Pflanzenteilen von *Sinapis arvensis* L.

		Senfölglykosid I Sinalbin	Senfölglykosid II (Glucotropaeolin) ¹	Senfölglykosid III (Gluconasturtiin) ¹
R _F -Wert in Bu/Äth/H ₂ O .		0,15	0,25	0,31
Reaktion mit AgNO ₃ /NH ₃		violettgrau	violettgrau	violettgrau
Reaktion mit diazotierter Sulfanilsäure		rot	—	—
Nachweis von Senfölglykosiden in verschiedenen Pflanzenorganen:	Blütenblätter .	+++	++	++
	grüne Blätter .	+++	+	+++
	Samen	+++	+	++
	Keimblätter ³ .	+++	?	?
	Keimwurzeln ³ .	+++	?	?

¹) Nach Gmelin (1954).

²) Verhältnis der einzelnen Senfölglykoside zueinander auf Grund radiopapierchromatographischer Untersuchungen (s. Abb. 1 u. 2):

+ 0–100 Imp./min
++ 100–200 Imp./min
+++ 200–300 Imp./min

³) Von Keimpflanzen aus markierten Samen.

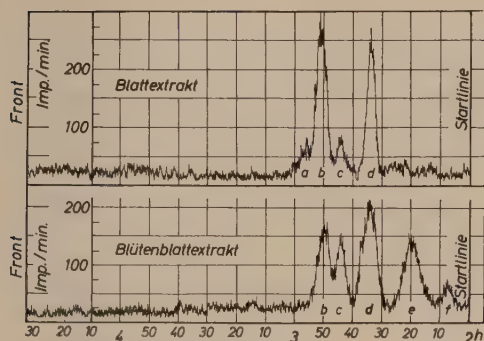
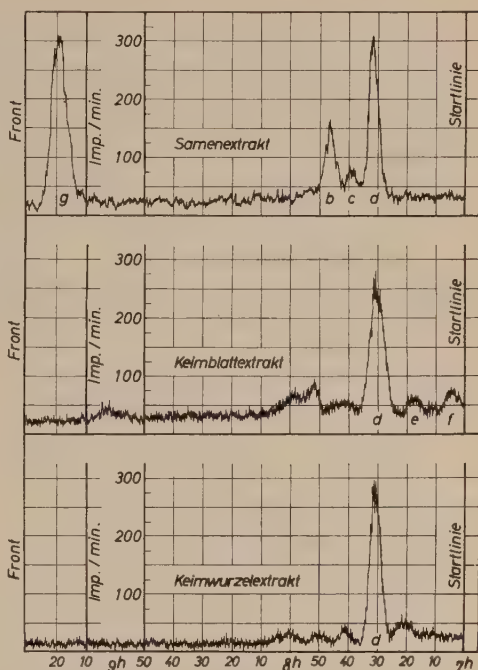


Abb. 1. Radiopapierchromatographische Trennung alkoholischer Extrakte aus verschiedenen Pflanzenteilen von *S. arvensis* (vgl. Text). *b*, *c* und *d* = Senfölglykoside. Oben.

Abb. 2. Radiopapierchromatographische Trennung wäßriger und alkoholischer Extrakte verschiedener Pflanzenteile von *S. arvensis* (vgl. Text). *b*, *c* und *d* = Senfölglykoside (alkoholischer Extrakt). *g* = unbekannte Verbindung (wäßriger Extrakt). Rechts.



delt. Die Ergebnisse dieser Untersuchungen und Angaben über das Mengenverhältnis der einzelnen markierten Senfölglykoside zueinander sind in Tabelle 1 zusammengefaßt. Außerdem konnten noch einige andere mit S-35 markierte Verbindungen (*a*, *e* und *f* der Abb. 1 und 2) nach papierchromatographischer Trennung bestimmt werden.

Die wasserlösliche Fraktion der Extrakte enthielt, wie zu erwarten war, den Hauptanteil des radioaktiven Schwefels in den Proteinen. Eine weitere Verbindung mit hohem R_f -Wert in Bu/Äth/ H_2O (s. Abb. 2, Samenextrakt, Verbindung *g*) konnte auf dem Chromatogramm sichtbar gemacht werden. Über ihre Konstitution ergaben sich jedoch bisher keine Anhaltspunkte.

3. Nachweis markierter Senfölglykoside nach Aufnahme von S-35 als Sulfat durch isolierte Blätter und Wurzeln

Nach Aufnahme von 5 bis 100 μC S-35 in Form von Sulfat durch isolierte Blätter bzw. Wurzeln nicht markierter Pflanzen (Versuchsdauer 2–4 Tage, Aufnahme der Lösung durch den Stiel oder die Oberseite der Blätter), konnten in beiden Pflanzenteilen S-35 markierte Senfölglykoside (Verbindungen *b*, *c* und *d* der Abb. 3) nachgewiesen werden (Extraktion des Pflanzenmaterials sowie papierchromatographische Trennung und Nachweisreaktionen s. II/1 u. 2). Auf Grund dieser Ergebnisse muß mit der Möglichkeit einer Neubildung bzw. Synthese der Senfölglykoside sowohl in den Blättern als auch in den Wurzeln gerechnet werden. Dieser Vorgang ist jedoch an die lebende Zelle gebunden, da in Blatt- bzw. Wurzelhomogenisaten mit einem entsprechenden Zusatz von markiertem Sulfat diese Verbindungen nicht nachweisbar waren.

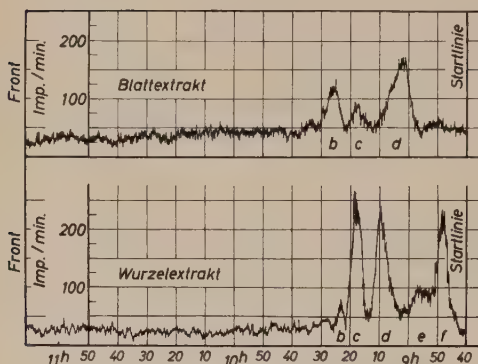


Abb. 3. Radiopapierchromatographischer Nachweis S-35 markierter Verbindungen nach Aufnahme von $^{35}\text{SO}_4^{--}$ durch isolierte Wurzeln und Blätter von *S. arvensis* (vgl. Text). b, c und d = Senfölglykoside.

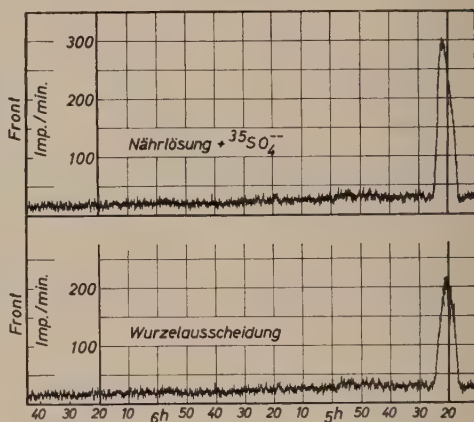


Abb. 4. Radiopapierchromatographischer Vergleich einer Nährlösung mit einem Zusatz von $^{35}\text{SO}_4^{--}$ und einer Nährlösung, die 10 Tage mit markierten Keimpflanzen von *S. arvensis* bewachsen war (vgl. Text).

III. Untersuchungen über die Abgabe S-35 markierter Verbindungen aus den Keimwurzeln von *Sinapis arvensis*

1. Methodik

Mit S-35 markierte Samen (s. Abschnitt II) wurden in Petrischalen auf 2 Lagen Filtrierpapier ausgelegt und die Keimpflanzen bei Sichtbarwerden der Wurzeln in Wasserkultur übertragen. Als Kulturgefäße dienen Reagenzgläser (Länge 11 cm, Durchmesser 3 cm) mit einem Einsatz, der bis etwa zur halben Höhe reicht und mit Gaze belegt war. Jeweils 10 gerade angekeimte Samen wurden auf die angefeuchtete Gaze aufgelegt und in die einzelnen Reagenzgläser soviel Nährlösung nach Richter eingefüllt, daß eine direkte Berührung der Samen mit der Flüssigkeit nicht möglich war. Die Reagenzgläser wurden sodann bis zur Höhe des Einsatzes in einen Ultrathermostaten bei 20°C eingestellt. Die Nährlösung wurde ständig durchlüftet. Jede Versuchsreihe umfaßte 3 Gefäße und wurde 3mal wiederholt.

2. Aktivität der Kulturlösung

Nach einer Kulturdauer von 10 Tagen wurden die Pflanzen vorsichtig aus der Nährlösung herausgenommen, die Kulturlösung bei etwa 80°C vorsichtig bis zur Trockne eingedampft und anschließend die Aktivität des Rückstandes unter einem dünnwandigen Endfensterzählrohr gemessen. Nach den Ergebnissen, die in Tabelle 2 zusammengefaßt sind, zeigte die eingedampfte Nährlösung je nach Kulturbedingungen einen 50–150fachen Nulleffekt. Die Abgabe von S-35 ist dabei in destilliertem Wasser etwa doppelt so hoch wie in Nährlösung.

Tabelle 2. Aktivität der Kulturlösung nach einer Versuchsdauer von 10 Tagen. Temperatur 20°C . Die Zahlenangaben entsprechen Mittelwerten aus jeweils 3 Wiederholungen

Kulturbedingungen	Imp./min und Gefäß, bezogen auf den 4. 7. 60	Aktivität in μC pro Gefäß	abgegebener radioaktiver Schwefel in γ pro Gefäß
Destilliertes Wasser . .	2726 ± 285	0,094	$1,90 \times 10^{-8}$
Nährlösung (Richter) .	1111 ± 197	0,038	$0,77 \times 10^{-8}$

3. Papierchromatographische Untersuchungen

Nach Messung der Rückstandsaktivität wurden die Meßschälchen (jeweils 3 Wiederholungen zusammen) zuerst mit destilliertem Wasser 2 Stunden und anschließend mit Alkohol etwa 1 Stunde lang ausgekocht, die vereinigten Extrakte auf etwa 1 ml eingengt, und diese Restflüssigkeit auf ein Papierchromatogramm aufgetragen. Die Trennung erfolgte auf die schon oben angegebene Weise im Lösungsmittelgemisch Bu/Äth/H₂O.

Die Auswertung der Chromatogramme (s. Abb. 4) ergab lediglich eine radioaktive Verbindung, die auf Grund der Laufhöhe und der Nachweisreaktionen nicht zu den Senfölglykosiden zu zählen ist. Es scheint sich hier vielmehr um anorganisch gebundenen Schwefel in Form von Sulfat zu handeln, da eine Zugabe von $^{35}\text{SO}_4^{--}$ zur unbewachsenen Nährlösung zum Nachweis derselben Verbindung führte (s. Abb. 4).

Obwohl es sich bei den Senfölglykosiden um leicht zersetzliche und vielfach flüchtige Verbindungen handelt, ist das hauptsächlich in den Keimwurzeln von *Sinapis arvensis* vorkommende Sinalbin relativ beständig und dürfte daher bei den angewandten Verarbeitungsmethoden (Eindampfen der Nährlösung und Extraktion der Meßschälchen) weitgehendst erhalten bleiben. Auch ein Zerfall dieser Verbindung hätte zu schwefelhaltigen Produkten führen müssen, die ebenfalls durch radiopapierchromatographische Methoden erfaßt worden wären. Die Tatsache, daß bei allen Versuchen außer Sulfat-Schwefel keine anderen S-35 markierten Verbindungen im Kulturmedium nachweisbar waren, spricht für die Annahme, daß eine Ausscheidung schwefelhaltiger organischer Verbindungen aus den Keimwurzeln von *Sinapis arvensis* zumindest während eines Versuchszeitraumes von 10 Tagen nicht vorlag.

Auf Grund dieser durchweg negativen Ergebnisse wurde auf eine Kultur der Versuchspflanzen unter keimfreien Bedingungen zur Ausschaltung der Mikroflora verzichtet. Dieser Faktor scheint bei der kurzen Versuchsdauer ohnehin keine entscheidende Rolle zu spielen, da eine starke Trübung der Nährlösung, die auf eine Anreicherung von Bakterien hätte zurückgeführt werden können, nicht beobachtet werden konnte. Ein Abbau eventuell ausgeschiedener Senfölglykoside dürfte daher, wenn überhaupt, nur von untergeordneter Bedeutung sein. Diese Annahme ist schon deswegen berechtigt, da, wie bereits oben angeführt, keine S-haltigen Abbauprodukte nachweisbar waren.

IV. Diskussion der Ergebnisse

Die vorliegenden Untersuchungen haben gezeigt, daß eine Abgabe schwefelhaltiger organischer Verbindungen aus den Keimwurzeln von *Sinapis arvensis* in einem Versuchszeitraum von 10 Tagen nicht nachweisbar waren. Als einziges schwefelhaltiges Ausscheidungsprodukt konnte Sulfat festgestellt werden.

Zwar beschränken sich die vorliegenden Untersuchungen nur auf eine Abgabe schwefelhaltiger Stoffe, so daß ein allgemeingültiges Urteil über das Problem der Wurzelausscheidungen hier nicht zulässig ist. Die erhaltenen Ergebnisse weisen jedoch in dieselbe, bereits von anderen Autoren (Stolp 1952, Börner 1956, Martin 1957 u. a.) befürwortete Richtung. Der eingangs erwähnte bisherige Stand unserer Kenntnis über die Wurzelausscheidungen fand daher auch mit diesen Untersuchungen eine weitere Bestätigung.

Wie die vorliegenden Ergebnisse weiterhin verdeutlichen, kann durch den Einsatz radioaktiver Isotopen die Nachweisgrenze ganz wesentlich erweitert werden. Wie aus Tabelle 2 ersichtlich ist, waren noch $10^{-6} \gamma$ S-35 als Wurzel-ausscheidung von *S. arvensis* nachweisbar. Die Nachweisgrenze dürfte jedoch noch wesentlich höher liegen und bei der angewandten Methodik und den verwendeten Meßverfahren etwa $10^{-8} \gamma$ S-35 betragen.

V. Zusammenfassung

1. Ackersenf (*Sinapis arvensis*), der in einer Nährlösung nach Richter mit einem Zusatz von Schwefel-35 als Sulfat, spezifische Aktivität $1,0 \mu\text{C} \cdot \text{cm}^{-3}$, kultiviert wurde, enthält in den Blütenblättern, den grünen Blättern und in den reifen Samen 3 mit S-35 markierte Senfölglykoside. Eine dieser Verbindungen konnte als Sinalbin bestimmt werden.
2. Nach Keimung S-35 markierter Samen war sowohl in den Keimblättern als auch in den Keimwurzeln radioaktives Sinalbin nachweisbar.
3. Die Synthese der nachgewiesenen Senfölglykoside ist sowohl in den abgeschnittenen Blättern als auch in den isolierten Wurzeln von *Sinapis arvensis* möglich.
4. Werden die aus markierten Samen aufwachsenden Keimpflanzen 10 Tage in Nährlösung kultiviert, so konnte als radioaktives Ausscheidungsprodukt der Wurzel lediglich Sulfat nachgewiesen werden. Senfölglykoside oder andere schwefelhaltige organische Verbindungen waren nicht feststellbar.
5. Durch den Einsatz radioaktiver Isotopen kann die Nachweisgrenze bzw. die Nachweisempfindlichkeit erheblich erweitert werden. So war es möglich, noch $10^{-6} \gamma$ Schwefel-35 als Ausscheidung der Keimwurzel sicher zu erfassen.

Summary

1. *Sinapis arvensis* which were cultivated in a nutrient solution after Richter with an addition of sulfur-35 as sulfat (specific activity $1,0 \mu\text{C} \cdot \text{cm}^{-3}$) contained in the flower leaves, the green leaves and the seeds three S-35 labelled mustard oil glycosides. One of these compounds could be determined as Sinalbin.
2. After germination of the labelled seeds radioactive Sinalbin was detectable in the cotyledones and the first leaves as well as in the roots.
3. The synthesis of the detected mustard oil glycosides could be demonstrated in detached roots and leaves of *Sinapis arvensis*.
4. During the cultivation of the seedlings from labelled seeds for 10 days in water culture only radioactive sulfat could be demonstrated by radiopaperchromatographic methods as root excretion. Mustard oil glycosides as well as other sulfur-35 containing organic compounds were not detectable.
5. By use of radioactive isotopes the determination of organic compounds can be improved considerably. The experiments discussed in this paper have shown that concentrations as low as $10^{-6} \gamma$ sulfur-35 could be detected.

Für zahlreiche Ratschläge und wertvolle Hinweise sowie die Möglichkeit, die Auswertung der Papierchromatogramme und den meßtechnischen Teil dieser Arbeit im Isotopenlaboratorium des Instituts für Physik und Meteorologie der Landwirtschaftlichen Hochschule Hohenheim durchführen zu können, bin ich Herrn Prof. Dr. Rentschler und Herrn Dipl.-Phys. Morgenstern zu besonderem Dank verpflichtet.

VI. Literatur

- Börner, H.: Die Abgabe organischer Verbindungen aus den Karyopsen, Wurzeln und Ernterückständen von Roggen (*Secale cereale* L.), Weizen (*Triticum aestivum* L.) und Gerste (*Hordeum vulgare* L.) und ihre Bedeutung bei der gegenseitigen Beeinflussung der höheren Pflanze. — Beitr. Biol. Pfl. **33**, 33–83, 1956.

- Börner, H.: Liberation of organic substances from higher plants and their role in the soil sickness problem. — Bot. Rev. **26**, 393–424, 1960.
- — Fragen einer gegenseitigen Beeinflussung höherer Pflanzen. — Naturwiss. Rundschau **14**, 265–269, 1961.
- — Morgenstern, W. und Rademacher, B.: Markierung von Unkrautsamen (*Sinapis arvensis* L.) mit S-35. — Naturwissenschaften **47**, 116, 1960.
- Marschner, H. und Michael, G.: Untersuchungen über Schwefelabscheidung und Sulfat-Austausch an Weizenwurzeln. — Z. PflErnähr. Düng. **91**, 29 bis 44, 1960.
- — Über den Phosphataustausch an Wurzeloberflächen. — Z. Bot. **46**, 37 bis 52, 1958a.
- — Untersuchungen über die Phosphatabscheidung aus Pflanzenwurzeln mit Hilfe von P³². — Z. PflErnähr. Düng. **80**, 1–18, 1958b.
- Rademacher, B.: Gegenseitige Beeinflussung höherer Pflanzen. — Handbuch d. Pflanzenphysiol. **9**, 655–706, 1959.
- — Börner, H., Morgenstern, W. und Rentschler, W.: Unterscheidung von Unkrautkeimpflanzen durch vorherige Markierung der Samen mit Schwefel-35. — Weed Res. **1**, 1961 (im Druck).
- Stolp, H.: Beiträge zur Frage der Beziehungen zwischen Mikroorganismen und höheren Pflanzen. — Arch. Mikrobiol. **17**, 1–29, 1952.

Die systemische Wirkung von Sulfonamiden gegen Pflanzenkrankheiten, hervorgerufen durch nichtobligate Erreger

Von F. Großmann

(Aus dem Institut für Pflanzenpathologie und Pflanzenschutz
der Universität Göttingen. Direktor: Prof. Dr. W. H. Fuchs)

A. Einleitung

Die systemische Wirkung von Sulfonamiden gegen Pflanzenkrankheiten wurde zuerst von Hassebrauk (1938) entdeckt: Verabreichung von Toluolsulfonamiden über die Wurzeln junger Getreidepflanzen schützte die Blätter weitgehend gegen Rostbefall. In späteren Untersuchungen konnte Hassebrauk (1951, 1952) den rosthemmenden Einfluß zahlreicher weiterer Sulfonamide und Sulfone nachweisen und insbesondere zeigen, daß auch eine postinfektionelle Applikation über die Blätter den Befall unterdrücken kann. Seine Ergebnisse wurden von anderen Autoren (Hart und Allison 1939, Mitchell et al. 1950, Hotson 1953, Crowdy et al. 1958 u. a.) im wesentlichen bestätigt. Die zuletzt genannten Autoren erzielten auch gewisse Erfolge gegen echte Mehltäupilze. Ferner finden sich in der Literatur Angaben über erfolgreiche Anwendung von Sulfonamiden gegen pflanzliche Viren (Stoddard 1944, Thomas und Baker 1949, Sardiña und Cordon 1950).

Während die Erreger der bisher genannten Krankheiten durchweg als obligate Parasiten angesprochen werden können, führten Versuche mit nichtobligaten Erregern größtenteils zu unbefriedigenden Resultaten. Dies gilt z. B. für *Xanthomonas phaseoli* (Dimond et al. 1952), *Xanthomonas campestris*, *Pseudomonas phaseolicola*, *Erwinia carotovora*, *Botrytis fabae* und *Alternaria*

solani (Crowdy et al. 1958). Daher setzte sich z. T. die Anschauung durch, daß Sulfonamide nur gegen obligate Parasiten wirksam seien (Rudd Jones 1956), obwohl schon Chapman (1951) die günstige Wirkung eines Sulfonamids gegen die *Fusarium*-Welke der Tomate erwähnt.

Unsere eigenen Untersuchungen sollten, am Beispiel verschiedener Tomatenkrankheiten, einen Beitrag zu dieser Frage liefern¹⁾.

B. Material und Methoden

1. Wirkstoffe

- a) Prontalbin (p-Aminophenylsulfonamid)
- b) Albucid (Acetylsulfanilamid)
- c) Globucid (Sulfa-aethyl-thiodiazol)
- d) Ladogal (p-Aminobenzolsulfonoxymethylamid-N⁴-d-glukosidsulfonsaures Natrium)
- e) Gantrisin-Natrium (Gantrisin = 3,4-Dimethyl-5-sulfanilamido-isoxazol)

Die Wirkstoffe wurden in der Regel an 10 aufeinanderfolgenden Tagen vor der Infektion mit der Nährlösung bzw. dem Gießwasser verabreicht. In Wasser schwer lösliche Verbindungen (Prontalbin, Globucid) wurden zum Teil in Azeton vorgelöst; dabei betrug die Azetonkonzentration im Gießwasser 0,17%, eine Menge, die auf die Ergebnisse keinen Einfluß hatte.

2. Erreger

- a) *Fusarium oxysporum* f. *lycopersici* (Sacc.) Snyd. et Hans.
- b) *Alternaria solani* (Ell. et Mart.) Jones et Grouet.
- c) *Phytophthora infestans* (Mont.) de By.

3. Pflanzenmaterial

Tomaten (Bonner Beste) wurden in Erde ausgesät, einmal pikiert und anschließend in Sandkultur übertragen. Hier erhielten sie 3mal wöchentlich eine Nährlösung mit einem Zusatz von B, Mn, Cu und Zn. Darüber hinausgehender Wasserbedarf wurde durch Leitungswasser gedeckt. Die Infektionen wurden im allgemeinen vorgenommen, wenn die Pflanzen 6–8 Blätter entwickelt hatten.

4. Infektionsversuche

Die *Fusarium*-Infektionen erfolgten mit Hilfe von Myzelsuspensionen über die Wurzeln. Auswertung dieser Versuche 12–16 Tage nach der Infektion. Als Maßstab für die Erkrankung wurde das Ausmaß der Gefäßbräunung herangezogen.

Zwecks Infektion mit *Alternaria* wurden Konidiensuspensionen auf die Unterseite der Blätter gesprüht. 5 Tage später wurden die entstandenen Flecke auf flächengleichen Ausschnitten der 3 am stärksten befallenen aufeinanderfolgenden Blätter jeder Pflanze ausgezählt.

Infektion mit *Phytophthora* ähnlich wie bei *Alternaria* durch Aufsprühen einer Zoosporensuspension. Nach 4 Tagen Auszählung der entstehenden Läsionen. Da diese sich rasch ausbreiten, wurde außerdem 5 Tage nach der Infektion der Absterbegrad der einzelnen Blätter beurteilt und daraus ein Absterbe-Index für die einzelnen Pflanzen errechnet.

¹⁾ Frau G. Metz danke ich für ihre Mitarbeit bei der Durchführung der Versuche.

5. Sonstiges

Außerdem wurde die Phytotoxizität sowie die Fungitoxizität der Sulfonamide *in vitro* und *in vivo* (Blutungssäfte) geprüft.

Betr. Einzelheiten der Methodik muß auf eine frühere Veröffentlichung (Großmann 1957) verwiesen werden.

C. Ergebnisse

Präinfektionelle Applikation der Sulfonamide führt in allen Fällen zu einer erheblichen Minderung der *Fusarium*-Welke (Tabelle 1); die Unterschiede zu den unbehandelten Kontrollen sind gut gesichert. Allerdings wirken einige Verbindungen (Prontalbin, Albucid) gleichzeitig stark phytotoxisch. Jedoch ist auch bei geringer Schädigung der Pflanzen (Globucid, Ladogal) eine deutliche Milderung der Erkrankung zu beobachten. — Entsprechende Anwendung der Wirkstoffe an 10 aufeinanderfolgenden Tagen nach der Infektion hat praktisch keinen Einfluß auf den Befall.

Tabelle 1. Einfluß einiger Sulfonamide auf die *Fusarium*-Welke der Tomate.
Anwendung der Wirkstoffe vor der Infektion

Wirkstoff	Konz. in p.p.m.	Phytotoxizität ¹⁾		Befalls- index ²⁾ (Gefäß- bräunung)	Stat. Sich. ³⁾
		Sproß	Wurzel		
Prontalbin . . .	50	+++	+	39	p < 0,01
Albucid	100	+++	(+)	8	p < 0,01
Globucid	200	(+)	+	42	p < 0,01
Ladogal	200	+	+	55	p < 0,01
Gantrisin-Natr. .	200	++	+	26	p < 0,01

¹⁾ Es bedeuten: 0 = keine Pflanzenschäden durch die Wirkstoffe; + = leichte Schäden; ++ = erhebliche Schäden; +++ = starke Schäden. Zwischenstufen sind durch Klammern gekennzeichnet.

²⁾ Relativwerte, bezogen auf die jeweils zugehörige, unbehandelte Kontrolle (= 100).

³⁾ Gegenüber der jeweils zugehörigen, unbehandelten Kontrolle.

Auch der Befall mit *Alternaria* wird durch die Sulfonamide in gesichertem Ausmaß vermindert (Tabelle 2). Ähnlich wie in den Versuchen mit *Fusarium* zeigt sich eine gewisse Parallelität zwischen der Phytotoxizität der Wirkstoffe und dem Grad der Befallsminderung.

Tabelle 2. Einfluß von Sulfonamiden auf den *Alternaria*-Befall an Tomaten.
Anwendung der Wirkstoffe vor der Infektion

Wirkstoff	Konz. in p.p.m.	Phyto- toxizität ¹⁾	Befallsindex ²⁾ (Zahl der Blattflecken)	Stat. Sich. ³⁾
Prontalbin . . .	50	+++	9	p < 0,01
Albucid	100	+++	19	p < 0,01
Ladogal	200	0	72	p < 0,05
Gantrisin-Natr. .	200	++	55	p < 0,05

¹⁾ ²⁾ ³⁾ Anmerkungen siehe Tabelle 1.

In den Versuchen mit *Phytophthora* (Tabelle 3) wurden die Wirkstoffe nicht nur an 10 aufeinanderfolgenden Tagen vor der Infektion, sondern auch nachher bis zur endgültigen Auswertung appliziert. Wiederum sind deutliche Befallsminierungen zu beobachten, die sich vor allem in einer verringerten Zahl erfolgreicher Infektionen äußern. Auffallend ist das Versagen von Globucid, das in den Versuchen mit *Fusarium* eine recht gute Wirkung gezeigt hatte. In diesem Zusammenhang sind die Untersuchungen von Crowdy und Rudd Jones (1956) von Interesse, wonach das chemisch nahverwandte Sulfathiazol vor allem in den Wurzeln angereichert und nur in geringem Maße in die Blätter transportiert wird.

Tabelle 3. Einfluß von Sulfonamiden auf den *Phytophthora*-Befall an Tomaten. Anwendung der Wirkstoffe vor und nach der Infektion

Wirkstoff	Konz. in p.p.m.	Phyto- toxi- zität ¹⁾	Zahl der Blatt- fleckcn	Befallsindizes ²⁾		
				Stat. Sich. ³⁾	Ab- sterben d. Blätter	Stat. Sich. ³⁾
Prontalbin . . .	20	0	54	p < 0,01	63	p < 0,01
Globucid	200	+	95	p > 0,05	88	p > 0,05
Ladogal	200	0	65	p < 0,01	85	p < 0,05
Gantrisin-Natr. .	200	+	56	p < 0,01	75	p < 0,01

¹⁾ ²⁾ ³⁾ Anmerkungen siehe Tabelle 1.

Plattenteste mit Malzagar zeigten, daß die in den Gießversuchen verwendeten Konzentrationen der Sulfonamide die Sporenkeimung von *Fusarium* und *Alternaria* nicht beeinflussen. Auch der Blutungssaft behandelter Pflanzen erwies sich unter diesen Bedingungen als nicht fungitoxisch.

D. Diskussion

Die Ergebnisse dieser Versuche lassen erkennen, daß die systemische Wirkung der Sulfonamide sich auch auf solche Pflanzenkrankheiten erstreckt, die durch nichtobligate Parasiten hervorgerufen werden. Zwischen obligaten und fakultativen Erregern besteht demnach in dieser Hinsicht kein prinzipieller Unterschied. Doch besteht möglicherweise eine graduelle Abstufung, die sich darin äußert, daß

- a) gegen obligate Parasiten, vor allem Rostpilze, z. T. eine völlige Immunisierung erreicht wird, und
- b) auch noch postinfektionelle Applikationen wirksam sind, während solche zumindest gegen *Fusarium oxysporum* f. *lycopersici* versagen.

Die vielfach intensivere Wirkung gegen Rostpilze mag z. T. dadurch vorgetäuscht sein, daß als Kriterium für den Rostbefall im allgemeinen das Ausmaß der Fruktifikation herangezogen wird. Hassebrauk (1953) konnte zeigen, daß die Sulfonamidbehandlung sich fast ausschließlich auf die Fruktifikation der Rostpilze auswirkt, während das interzelluläre Myzelwachstum nur wenig beeinflußt wird. Bei den von uns geprüften Krankheiten durch nicht-obligate Erreger wurde jedoch der Befall nach Symptomen beurteilt, die unmittelbar durch das Wachstum und die Funktion des Myzels ausgelöst werden, unabhängig von der Fruktifikation der Pilze. Eine weitere Erklärungsmöglichkeit liegt darin, daß die Verflechtung des Stoffwechsels mit dem der Wirtspflanze bei obligaten, biotrophen Parasiten viel inniger ist als bei fakultativen.

Damit ist die Vermutung ausgesprochen, daß die veränderte Stoffwechsellage des Wirtes, die sich z. T. in sichtbaren Pflanzenschäden äußert, für die beobachteten Befallsminderungen entscheidend ist. Immerhin erscheint auch eine direkte, systemisch fungitoxische Wirkung gegen die Erreger nicht ganz ausgeschlossen. Es ist bekannt, daß Sulfonamide in beachtlichen Mengen von den Wurzeln höherer Pflanzen aufgenommen, transportiert und im Gewebe angereichert werden können (Rudd Jones und Wignall 1955, Crowdy und Rudd Jones 1956). Zwar war in den von uns verwendeten Konzentrationen eine fungitoxische Wirkung der Sulfonamide *in vitro* nicht nachweisbar, doch ist der Aussagewert solcher Tests sehr begrenzt, zumal gerade die Sulfonamidwirkung sehr stark vom Testmedium abzuhängen scheint (vgl. Crowdy et al. 1958). Es ist nicht undenkbar, daß bei länger anhaltender Behandlung im Gewebe schließlich Sulfonamide in fungitoxisch wirksamen Konzentrationen angereichert werden.

E. Zusammenfassung

1. In Gießversuchen zu Tomaten in Sandkultur wurde die systemische Wirkung einiger Sulfonamide gegen verschiedene Krankheiten, hervorgerufen durch nichtobligate Parasiten (*Fusarium oxysporum* f. *lycopersici*, *Alternaria solani*, *Phytophthora infestans*), geprüft.
2. Bei präinfektioneller Behandlung wird der Befall in fast allen Fällen stark vermindert. Teilweise sind Pflanzenschäden durch die Wirkstoffe zu beobachten. Postinfektionelle Applikation ist gegen die *Fusarium*-Welke unwirksam.
3. Zwischen obligaten und nichtobligaten Parasiten besteht demnach im Hinblick auf die Sulfonamid-Wirkung kein prinzipieller, sondern allenfalls ein gradueller Unterschied. Die möglichen Gründe für diesen Unterschied sowie die Wirkungsweise der Sulfonamide werden erörtert.

Summary

1. The systemic action of some sulphonamides against plant diseases caused by non-obligate parasites (*Fusarium oxysporum* f. *lycopersici*, *Alternaria solani*, *Phytophthora infestans*) was tested by means of application to the roots of tomatoes grown in sand.
2. Disease is reduced markedly by pre-infectional treatment in nearly all cases. In part the plants are damaged by the compounds. Post-infectional application is without notable effect against *Fusarium* wilt.
3. Concerning the action of sulphonamides there is therefore no fundamental difference between obligate and non-obligate parasites but at most a gradual one. The possible reasons for this difference and the mode of action of the compounds are discussed.

F. Literatur

- Chapman, R. A.: Relation of specific chemotherapeutants to the infection court. — *Phytopathology* **41**, 6–7, 1951.
- Crowdy, S. H., Elias, R. S. and Rudd Jones, D.: The control of certain plant diseases with sulphonamides. — *Ann. appl. Biol.* **46**, 149–158, 1958.
- Crowdy, S. H. and Rudd Jones, D.: The translocation of sulphonamides in higher plants. I. Uptake and translocation in broad beans. — *J. expt. Bot.* **7**, 335–346, 1956.
- Dimond, A. E., Stoddard, E. M. and Chapman, R. A.: Chemotherapeutic investigations on the common bacterial blight of beans. — *Phytopathology* **42**, 72–76, 1952.
- Großmann, F.: Untersuchungen über die innertherapeutische Wirkung organischer Fungizide. I. Thiocarbamate und Thiurame. — *Z. PflKrankh.* **64**, 718–728, 1957.

- Hart, H. and Allison, J. L.: Toluene compounds to control plant disease. — *Phytopathology* **29**, 978–981, 1939.
- Hassebrauk, K.: Weitere Untersuchungen über Getreiderostbekämpfung mit chemischen Mitteln. — *Phytopath. Z.* **11**, 14–46, 1938.
- — Untersuchungen über die Einwirkung von Sulfonamiden und Sulfonen auf Getreideroste. I. Die Beeinflussung des Fruktifikationsvermögens. — *Phytopath. Z.* **17**, 384–400, 1951.
- Hassebrauk, K.: Untersuchungen über die Einwirkung von Sulfonamiden und Sulfonen auf Getreideroste. II. Weitere Untersuchungen über die rost-hemmende Wirkung. — *Phytopath. Z.* **18**, 453–460, 1952.
- — Untersuchungen über die Einwirkung von Sulfonamiden und Sulfonen auf Getreideroste. IV. Anatomische Untersuchungen über den Infektionsverlauf bei mit Sulfonamid behandelten Getreidekeimpflanzen. — *Phytopath. Z.* **21**, 218–220, 1953.
- Hotson, H. H.: Some chemotherapeutic agents for wheat stem rust. — *Phytopathology* **43**, 659–662, 1953.
- Mitchell, J. E., Hotson, H. H. and Bell, F. H.: The use of sulfanilamide derivatives as eradicant fungicides for wheat stem rust. — *Phytopathology* **40**, 873, 1950.
- Rudd Jones, D.: The systemic action of sulphonamides against plant diseases. — *Outlook on Agriculture* **1**, 111–115, 1956.
- — and Wignall, J.: Acetylation of sulphanilamide in plants. — *Nature* **175**, 207–208, 1955.
- *Sardiña, J. R. y Cordon, F. M.: Acción de algunos fármacos sobre las virosis de las plantas. — *Bol. Pat. Veg. Entom. Agr.* **17**, 1–14, 1950. (Ref. *Z. Pfl. Krankh.* **59**, 122, 1952.)
- Stoddard, E. M.: Immunization of peach trees to X disease by chemotherapy. — *Phytopathology* **34**, 1011–1012, 1944.
- *Thomas, W. D. and Baker, R. R.: Chemical inactivation of the carnation mosaic virus in vivo. — *J. Colo.-Wyo. Acad. Sci.* **4**, 51, 1949. (Ref. *Rev. appl. Mycol.* **29**, 563, 1950.)

Zum Bakterienbrand der Walnußbäume, Isolierung und Untersuchung des Erregers

Von D. Knösel

(Aus dem Institut für Pflanzenschutz der Landwirtschaftlichen Hochschule
Stuttgart-Hohenheim, Direktor: Prof. Dr. B. Rademacher)

Mit 2 Abbildungen

Im Jahre 1951 berichtete Kotte über das Auftreten des Walnußbrandes in Deutschland. Diese in den USA gefürchtete Bakteriose ist in Baden seit etwa 1938 nachzuweisen. Im Sommer 1950 war ein besonders starker Befall zu verzeichnen; wegen des fühlbaren Schadens durch Verlust an Nüssen empfahl Kotte, die Walnußbäume mit in die Obstbaumspritzung einzubeziehen. Über starkes Vorkommen im westfälischen Raum machte Dame (1951) Mitteilung. Auch in anderen europäischen Ländern ist der Walnußbrand festgestellt worden; nähere Angaben darüber sowie über Bekämpfungsmöglichkeiten usw. können den Ausführungen von Stapp (1956) entnommen werden. Der Erreger führt den Namen *Xanthomonas juglandis* (Pierce) Dowson.

Die in Hohenheim bei Stuttgart in großer Zahl vorhandenen Walnußbäume (*Juglans regia*) verfärbten sich im August 1960 auffällig bräunlich, wodurch wir auf charakteristische Schadstellen an Blättern und Früchten aufmerksam wurden. Der Befall war durchweg sehr stark, in vielen Fällen zeigten nahezu sämtliche Blätter Symptome. Die Spreiten wiesen braune, nekrotisch werdende Flecke auf von rundlicher oder unregelmäßiger Form und 2–6 mm Durchmesser, die vom Blattrand her ineinander übergingen, wodurch große Zonen abgestorbenen Gewebes entstanden, das leicht auseinander brach. An den Stielen und Blattadern waren meist schwärzliche, längliche Läsionen festzustellen, in deren Bereich das Gewebe häufig eingesunken war. Auf den grünen Hüllen der Früchte zeichneten sich recht große Flecke ab, ebenfalls schwärzlich gefärbt und eingesunken, daneben waren kleinere, eckige Stellen vorhanden. Bei einem Teil der Nüsse war die Infektion bis zum Kern durchgedrungen.

Die mikroskopische Untersuchung ließ auf einem großen Teil der Läsionen die typische Fruktifikation von *Marssonina juglandis* (Lib.) Magn. (Syn. *Gnomonia leptostyla* [Fr.] Ces. et de Not.) erkennen; der Pilz ist durch gekrümmte, zweizellige Sporen gekennzeichnet¹⁾. — Die *Marssonina*-Krankheit ist in Europa und Nordamerika verbreitet. — Im Gewebe aus schwärzlich gefärbten Schadstellen waren hingegen stäbchenförmige Bakterien enthalten. Wiederholt waren in Präparaten auch beide Erreger vorhanden.

Da dieses Bakterium bisher in Deutschland noch nicht isoliert und näher untersucht wurde, erschien es angebracht, entsprechende Versuche durchzuführen.

Zur Isolierung wurden Aufschwemmungen in der üblichen Weise hergestellt, als Nährsubstrat erwies sich $\frac{1}{3}$ D-Agar geeignet. Vorherrschend traten gelbliche, mattglänzende, runde, flache Kolonien auf. Die Zellen waren an den Enden abgerundet, polar begeißelt, einzeln oder paarweise vorkommend (Abb. 1).

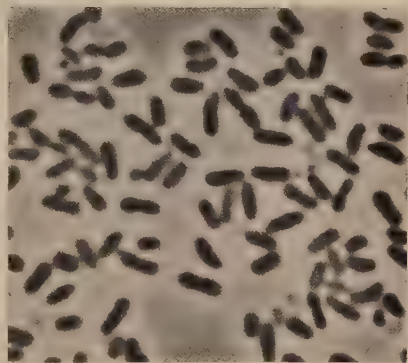


Abb. 1. Zellen einer 2 Tage alten Kultur, lebend, Phasenkontrast, Vergr. 2000-fach.

Im Gewächshaus wurden Infektionen durchgeführt, wobei wir mit abgeschnittenen Zweigen arbeiteten, die keinerlei natürliche Krankheitssymptome aufwiesen. Die Fiederblätter wurden durch Abwaschung mit entspanntem Wasser gut gereinigt. Die Infektion erfolgte durch Einstiche an mehreren Stellen. Zur Aufbewahrung der Zweige dienten große Feuchtkammern; die Gewächshausatemperatur betrug 20–25° C. Bereits nach 2–3 Tagen hatte sich unmittelbar um die Einstichstellen ein dunkler Rand gebildet, der sich schnell vergrößerte. Nach etwa 4 Tagen war im Bereich der Einstiche bereits eine dunkelbraune nekrotische Zone vorhanden (Abb. 2). Das Blatt begann an Farbe zu verlieren und die Turgeszenz ließ nach. Die Erreger breiteten sich sodann über die ganze Blatt-

¹⁾ Die Untersuchung wurde von Dr. H. C. Weltzien durchgeführt.

spreite aus (Abb. 2), wobei die Infektion vielfach entlang den Adern fortschritt. Die Fiederblätter wellten sich, starben ab und trockneten ein. Reisolierungen verliefen erfolgreich.



Abb. 2 Stichinfektion an Walnußblättern. Dunkelbraune, nekrotische Flecke im Bereich der Einstichstellen nach 4 Tagen (links); und fortgeschrittenes Stadium, Ausbreitung der Erreger über die Fiederblattspreite (rechts).

Für *Phaseolus vulgaris* zeigte sich das Bakterium schwach virulent.

Um die Identifizierung des vorliegenden Erregers mit der notwendigen Sicherheit durchführen zu können, wurde eine Kultur von *X. juglandis* von der American Type Culture Collection, Washington, bezogen und die kulturellen Eigenschaften beider Organismen verglichen.

Geprüft wurde u. a.: morphologische Eigenschaften; Wachstum auf verschiedenen Substraten mit Pepton- oder pflanzlicher Basis, Lösungen nach Fermi, Ushinsky, Cohn, Ashby; Indolbildung, Milch, Gelatineverflüssigung, Nitratreduktion, H_2S -Bildung, Stärkehydrolyse; Verwertung von N-Quellen; Säurebildung aus Kohlenhydraten; Thermaler Tötungspunkt, Temperatursprüche.

Das Verhalten der Organismen war in vielen Testen übereinstimmend, in einer Reihe von Reaktionen zeigten sich jedoch auffällige Unterschiede. Diese seien in der nachstehenden Tabelle näher erläutert (Tabelle 1).

Gewisse Abweichungen im kulturellen Verhalten von Bakterienstämmen sind zwar erfahrungsgemäß nahezu die Regel, in diesem Falle dürften sie allerdings über das normale Maß hinausgehen. Somit wäre eine gesonderte Einstufung der Isolierung Hohenheim durchaus diskutabel. In Anbetracht der weitgehenden Übereinstimmung in der Symptomatologie neigt Verf. jedoch dazu, den vorliegenden Erreger als zu *X. juglandis* gehörig anzusehen.

Tabelle 1. Vergleichende Übersicht einiger morphologischer und kultureller Eigenschaften eines Originalstammes von *Xanthomonas juglandis* (American Type Culture Collection, Washington) und der Isolierung Hohenheim

Geprüfte Eigenschaften Testsubstrate	<i>X. juglandis</i> USA	Isolierung Hohenheim
mittlere Zellgröße (Kartoffel-Agar 48 Std.)	Länge 1,5 μ , Breite 0,50 μ	Länge 1,3 μ , Breite 0,46 μ
Kartoffelkeile	Belag dick, schleimig, ablaufend, gelblich, mattglänzend	Belag dünn, relativ trocken, intensiv gelb
Stärkehydrolysat	positiv	negativ
Möhrensaft	dicke, schleimige gelbliche Haut	schwache Trübung
Bouillon- und Pepton-Lösung	gelblicher Ring, flockiger Bodensatz	schwache Trübung, fädiger Bodensatz
Harnstoff, Ammoniumsulfat, Ammoniumnitrat	schwache Trübung, gelblicher Ring	keine deutliche Entwicklung
Ushinsky, Fermi	schwache Trübung, gelblicher Ring	keine deutliche Entwicklung
Milch	Peptonisierung, pH 7-7,2	Gerinnung, überstehende Flüssigkeit goldgelb pH 5,5-5,8
Lackmusmilch	Entfärbung, Peptonisierung	Gerinnung, Entfärbung später Rotfärbung
Kohlenhydrate	Säure aus: Glukose, Lävulose, Saccharose, Maltose, Glykogen, Stärke, Glycerin, Galactose	keine Säurebildung
Temperaturansprüche	Maximum 36° C Minimum 4-6° C	Maximum 34° C Minimum 2-4° C

Zusammenfassung

Im Spätsommer 1960 waren in Hohenheim bei Stuttgart die Walnußbäume (*Juglans regia*) in starkem Maße vom Bakterienbrand und der *Marssonina*-Krankheit (*M. juglandis* [Lib.] Magn.) befallen. Die Ausbildung der Symptome an Blättern und Früchten entsprach weitgehend den bisherigen Literaturangaben. Mit dem isolierten Bakterium wurden im Gewächshaus an Blättern abgeschnittener Zweige Stichinfektionen erfolgreich durchgeführt. In den kulturellen Eigenschaften des vorliegenden Erregers bestanden stärkere Unterschiede gegenüber einem Originalstamm der American Typ Culture Collection, doch wird wegen der Übereinstimmung in der Symptomatologie die Zugehörigkeit zu *Xanthomonas juglandis* (Pierce) Dowson zunächst angenommen.

Summary

In the latter part of summer 1960 walnut trees (*Juglans regia*) in Hohenheim near Stuttgart showed a serious attack by „walnut blight“ and „*Marssonina*-disease“ (*M. juglandis* [Lib.] Magn.). The symptoms were corresponding to former descriptions about the subjects. Using the isolated bacterial pathogen needle infections on leaves were carried out successfully under greenhouse conditions with high humidity. There were remarkable differences in the cultural characteristics between these strains and an authentic culture of the American Type Culture Collection; however because of the good conformity in the symptomatology it is assumed that the isolated organism belongs to *Xanthomonas juglandis* (Pierce) Dowson.

Literatur

- Dame, F.: Zum Vorkommen des Walnuß-Bakterienbrandes, verursacht durch *Pseudomonas juglandis* Pierce. — NachrBl. dtsh. PflSchDienst, Braunschweig **3**, 164, 1951.
- Kotte, W.: Über das Vorkommen der durch *Pseudomonas juglandis* Pierce verursachten Walnußkrankheit in Deutschland. — Phytopath. Z. **17**, 347 bis 352, 1951.
- Stapp, C.: Bakterielle Krankheiten. — Handbuch der Pflanzenkrankheiten, Bd. II, 2. Lief., 6. Aufl., Paul Parey, Berlin und Hamburg 1956.

Acremoniella atra und andere Pilze als Samenbewohner bei Alexandrinerklee

Von Heinrich Carl Weltzien

(Aus dem Institut für Pflanzenschutz der Landwirtschaftlichen Hochschule Stuttgart-Hohenheim, Direktor: Prof. Dr. B. Rademacher)

Mit 2 Abbildungen

Im Zusammenhang mit früheren Arbeiten über den Pilzbesatz von Leguminosensaatgut (Weltzien 1957) war die Frage zu entscheiden, ob bei in Deutschland vermehrtem Saatgut des Alexandrinerklee mit einer stärkeren Besiedlung durch parasitische Pilze zu rechnen ist¹). Wir haben daher einige Samenproben von Alexandrinerklee (*Trifolium alexandrinum*) sowie eine Probe von *Trifolium squarrosum* auf Pilzbesatz und Keimfähigkeit untersucht und die in Hohenheim vermehrten Herkünfte mit den in Italien oder Ägypten vermehrten verglichen. Dazu wurden je Herkunft 6 × 50 Samen ohne Vorbehandlung auf sterilem Filtrierpapier über 10 ml Wasseragar in Petrischalen ausgelegt und auf Pilzbesatz unter dem Binokular untersucht. Die Auszählung der gekeimten Samen erfolgte abschließend nach 5–8 Tagen. Eine Übersicht über die ermittelten Werte gibt Tabelle 1.

Bei den ägyptischen Sorten „Fachl“ und „Khadrawi“ ergibt sich zwischen dem importierten Saatgut und dem in Hohenheim geernteten Nachbau kein gesicherter Unterschied in der Keimfähigkeit. Die beiden Hohenheimer Proben italienischer Sorten liegen dagegen in der Keimfähigkeit merklich niedriger als die importierten, doch ist hier nicht sicher bekannt, ob es sich dabei um die gleichen Sorten handelte. Bezüglich des Pilzbesatzes zeigen die direkt aus Italien und Ägypten stammenden Samen die höchsten Werte. *Penicillium* und *Aspergillus* waren in diesen Fällen die vorherrschenden Gattungen. Die Hohenheimer Proben haben zwar einen niedrigeren Besatz, doch zeichnen sie sich durch größeren Artenreichtum aus. Hier treten besonders auch pathogene Arten wie die Fusarien hervor. *Alternaria tenuis* ist stets einer der häufigsten Samenbewohner und auch *Cladosporium* wird vielfach gefunden.

¹) Herr Dr. H. Lehle vom Institut für Acker- und Pflanzenbau, Hohenheim, führte die Vermehrung durch und brachte das Saatgut zur Untersuchung.

Tabelle 1. Keimung und Pilzbesatz von *Trifolium alexandrinum*- und *T. squarrosus*-Samen verschiedener Herkunft.

Saatgut	Keimung %	S \bar{x}	Pilz- bewuchs in %	Pilze ¹⁾
Italienische Herkunft				
Vermehrung Hohenheim 1958	61,7	4,56	12	Al, P, F, C, As, Ch
Italienische Herkunft				
Vermehrung Hohenheim 1959	68,0	3,22	28	P, Al, F, C
Italienische Herkunft				
Vermehrung Italien . .	83,3	3,39	62	P, As
Italienische Herkunft				
Sorte Lazio Vermehrung Italien . .	99,7	0,3	90	P, As, Al, St
Ägyptische Herkunft				
Sorte Fachl Verm. Hohenheim 1959 .	72,0	2,08	39	Al, C, F, A
Ägyptische Herkunft				
Sorte Fachl Vermehrung Ägypten. .	69,3	2,82	83	P, As, Al
Ägyptische Herkunft				
Sorte Khadrawi Verm. Hohenheim 1959 .	92,7	0,48	10	Al, C, F
Ägyptische Herkunft				
Sorte Khadrawi Vermehrung Ägypten. .	95,3	1,54	27	P
<i>Trif. squarrosus</i>				
Vermehrung Hohenheim 1958	18,0	3,79	21	Al, P, F, Ph, C, A

¹⁾ A = *Acremoniella*Al = *Alternaria*As = *Aspergillus*C = *Cladosporium*Ch = *Chaetomium*F = *Fusarium*P = *Penicillium*Ph = *Phoma*St = *Stemphylium*

Auf keimunfähigen Samen von *Trifolium alexandrinum* Sorte „Fachl“, Hohenheim, und auf *Trifolium squarrosus*, Hohenheim, wurde zusätzlich ein Pilz beobachtet, der in den eigenen Untersuchungen an Leguminosensaatgut nicht gefunden worden war. Die ovalen, dunkel gefärbten, endständigen Konidien zeigten seine Zugehörigkeit zur Gattung *Acremoniella* an. 2 Arten dieser Gattung wurden bisher auf Samen beobachtet. *A. verrucosa* fand sich auf Erbsen und *Taraxacum kok-saghyz* (Groves und Skolko 1946) in Canada sowie auf Weizen in Tanganyika (Wallace 1953). *A. atra* kommt wohl häufiger auf Samen vor, doch sind auch hier die Berichte spärlich. Bisher sind erwähnt: *Beta vulgaris*, *Daucus carota*, *Festuca rubra*, *Lolium perenne*, *Pastinaca sativa*, *Pisum sativum*, *Raphanus sativus*, *Trifolium hybridum* und *Zea mays* in Canada

(Groves und Skolko 1946), *Zea mays* in Südafrika (Talbot 1951) sowie *Zinnia elegans* (Neergaard 1958).

Der auf *Trifolium alexandrinum* und *T. squarrosum* gefundene Pilz zeigte die in Abbildung 1 wiedergegebenen Konidien, welche auf typisch rechtwinklig verzweigten Konidienträgern gebildet

wurden (Abb. 2) und in der Regel mit einem geteilten Keimschlauch keimten. Er stimmt in allen wesentlichen Merkmalen mit dem Pilz überein, den Groves und Skolko (1946) unter Vorbehalt als *Acremoniella atra* (Cda.) Sacc. bestimmt haben. Die Konidienmaße auf verschiedenen Substraten sind in Tabelle 2 zusammengestellt.

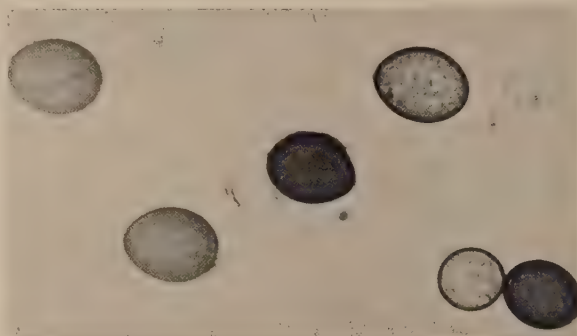


Abb. 1. Konidien von *Acremoniella atra*, Verg. 960fach.

Tabelle 2. Konidiengröße von *Acremoniella atra* auf verschiedenen Substraten

Länge μ	Breite μ	Substrat	Autor
22,8 \pm 0,30	18,2 \pm 0,18	Samen von <i>Trif. alex.</i>	+ ¹⁾
23,3 \pm 0,37	19,2 \pm 0,31	Biomalz-Pepton- (4%) Agar (0,5%)	+
22,0 \pm 0,31	20,5 \pm 0,19	Biomalz-Agar (4%)	+
21,0 \pm 0,40	18,4 \pm 0,39	Kartoffel- dextrose-Agar	+
(19)–22–28–(32)	(16)–18–24–(26)	?	Groves u. Skolko (1946)
25–28	16–18	?	Lindau (1907)

¹⁾ + = eigene Untersuchungen.

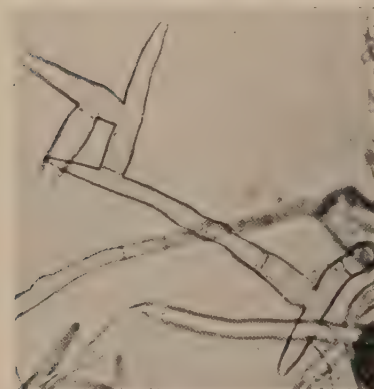


Abb. 2. Typischer Konidienträger von *Acremoniella atra*, Vergr. 960fach.

Es zeigt sich zwar eine weitgehende Übereinstimmung zwischen den Werten der verschiedenen Autoren, doch ergibt sich durchaus eine gewisse Substratabhängigkeit der Sporengröße, die sich auch statistisch sichern läßt. So sind die Sporenlängen auf Samen und Biomalz-Pepton gesichert größer als die übrigen und die Sporenbreite auf Biomalz übertrifft die Werte auf anderen Nährböden. Die Form der Konidienträger gab für Groves und Skolko (1946) zu den erwähnten Bedenken bezüglich der Identität mit *A. atra* Anlaß. Tatsächlich heißt es in der Diagnose nur: „hier und da konidientragende, aufrechte,

oben spitze, hyaline, spärlich septierte Seitenäste“, während sowohl bei den genannten Autoren als auch in meinem Material die rechtwinklige Verzweigung typisch ist. Diese Verzweigungsform ist für *A. verrucosa* treffend beschrieben: „alternierend rechtwinklig angesetzte Äste, die wieder verschiedenartig in Zweige zerteilt sind“ (Lindau 1907). Sie kann als differenzierendes Merkmal daher nicht verwendet werden. Die warzige Sporenmembran und die etwas kugeligere Gestalt der *A. verrucosa*-Sporen muß daher für die Abgrenzung der Arten den Ausschlag geben. In wie weit die erwähnte Substratabhängigkeit der Sporengröße und -form hier berücksichtigt werden muß, ist gesondert zu prüfen. Einstweilen wird jedoch der Einordnung des Pilzes bei der Art *Acremoniella atra* (Corda) Sacc. der Vorzug gegeben.

Die Isolierung des Pilzes gelang verhältnismäßig leicht durch Sporenabimpfung von bewachsenen Samen auf Nährböden. Der Pilz wuchs gut auf verdünntem Möhrenagar und auf Kartoffeldextroseagar, Biomalz und Biomalz + Pepton waren nur mäßig als Substrat geeignet. Reichliche Sporulation erfolgte besonders auf Kartoffeldextrose.

Die Frage nach der Pathogenität des Pilzes erschien nach der Literatur ungeklärt. Groves und Skolko (1946) hielten ihren Organismus nicht für pathogen, Neergaard (1958) vermutet dagegen einen schwachen Parasitismus. Hopkins (1946) berichtet über *A. atra* an welkenden Tabaksämlingen in Süd-Rhodesien und auch im Zusammenhang mit einer Bananenfäule (Wardlaw und McGuire 1930) und Pilzbefall an Baumwollkapseln (Hopkins 1932) wird eine *Acremoniella* spez. erwähnt.

Die Prüfung auf Pathogenität gegenüber Keimlingen von *T. alexandrinum* fiel völlig negativ aus. Wir legten dazu die Samen auf Filtrierpapier über Agar aus und besprühten sie mit einer Sporensuspension des Pilzes. Weder bei 20° C noch bei 28° C gab es irgendwelche Nekrosen oder Schadsymptome an den Keimlingen. Dagegen entwickelte sich der Pilz regelmäßig auf den Samenschalen. Es handelt sich somit um einen Samenbewohner, der bei ähnlichen Untersuchungen durchaus häufiger gefunden werden kann und daher Beachtung verdient, nicht aber um einen Parasiten.

Zusammenfassung

In Deutschland vermehrtes Saatgut von *Trifolium alexandrinum* war von einer artenreicheren Pilzflora besiedelt als das in Italien oder Ägypten vermehrte. Andererseits war bei den importierten Proben der Anteil verpilzter Samen weit höher, wobei *Penicillien* und *Aspergillen* überwogen. Zwischen Keimfähigkeit und Pilzbesatz bestand kein Zusammenhang. An 2 Proben wurde erstmals in unserem Gebiet eine *Acremoniella*-Art gefunden, und als *A. atra* bestimmt. Der Pilz erwies sich als nicht pathogen für Alexandrinerklee-Keimlinge.

Summary

Trifolium alexandrinum seed produced in Germany carried more different seed fungi than seed produced in Italy or Egypt. On the other hand imported seed showed a higher percentage of seeds with fungus growth, mostly *Penicillia* and *Aspergilli*. There was no correlation between development of seed fungi and seed germination. *Acremoniella atra* was isolated from two samples, but proved not to be pathogenic on *Trifolium alexandrinum* seedlings.

Literatur

Groves, J. W. und Skolko, A. J.: Notes on seedborne fungi. IV. *Acremoniella*, *Chlamydomyces* and *Trichocladium*. — Canad. J. Res. Sect. C. **24**, 74–80, 1946.

- *Hopkins, J. C. F.: Some diseases of cotton in Southern Rhodesia. — Emp. Cotton Grow. Rev. **9**, 109–118, 1932.
- *— Annual report of the branch of botany and plant pathology for the year ending 31. Dez. 1946. — Dep. Agric. South. Rhodesia 1947.
- Lindau, G.: „Fungi imperfecti“ in: Rabenhorst's Kryptogamen-Flora. — 2. Aufl. I. Band; Pilze, VIII. Abtlg. 675–679, Leipzig 1907.
- *Neergaard, P.: La saprofita fungo flauro de kelkaj hortikulturaj semspecoj. — Sci. Stud. S. 201–207, 1958.
- *Talbot, P. H. B.: New and interesting records of South African fungi. — Bot. thalia **6**, 183–204, 1951.
- *Wallace, G. B.: 1952 and 1953 annual reports of the plant pathologist, Lya-mungu, Moshi. — Rep. Dep. Agr. Tanganyika 1952–1954.
- *Wardlaw, C. W. und McGuire, L. P.: The behaviour and diseases of the banana in storage and transport. — Trop. Agric. **7**, 183–189, 1930.
- Weltzien, H. C.: Untersuchungen über den Besatz von Luzernesamen mit Pilzen und deren Ausschaltung durch Beizung. — Z. PflKrankh. **64**, 706–718, 1957.
- * = waren nur im Referat zugänglich

Verfrühter Blattfall der Winterwirte als populationsmindernder Faktor bei Blattläusen

Von Ralph Schwarz

(Institut für Pflanzenschutz der Landw. Hochschule Stuttgart-Hohenheim,
Direktor: Prof. Dr. B. Rademacher)

Nach dem kalten Winter 1955/1956 wurde im Frühjahr 1956 beobachtet, daß ein zu spätes Knospentreiben des Pfirsichs dazu führen kann, daß die Fundatrixjunglarven von *Myzodes persicae* Sulz. nach ihrem Schlüpfen keine Nahrung vorfinden und zugrunde gehen (Schwarz 1959). Eine ähnliche — ebenfalls durch eine Diskrepanz zwischen der Phänologie der Blattläuse und ihres Winterwirtes hervorgerufene Populationsminderung — konnte im Herbst 1959 beobachtet werden. Die Winterwirte der 3 Blattlausarten *Myzodes persicae* Sulz. (*Prunus persica*), *Aphis fabae* L. (*Evonymus europaea*) und *Rhopalosiphon padi* L. (*Prunus padus*) verloren am beobachteten Standort, Botanischer Garten Stuttgart-Hohenheim, — wohl als Folge des trockenheißen Sommers — die Blätter zu einem Zeitpunkt, zu dem der Großteil der weiblichen Junglarven von den Gynoparen erst frisch abgesetzt oder in den ersten Larvenstadien war. Besonders auffällig war dies bei den sehr stark von *Rhopalosiphon padi* L. befallenen Exemplaren von *Prunus padus*. Der Anflug begann am 24. September und verstärkte sich bis Anfang-Mitte Oktober. Im windigen letzten Drittel des Oktobers fielen die teilweise dicht mit Larven besetzten Blätter zu Boden und den Junglarven gelang es nur vereinzelt, die Stämme wieder zu erklettern. Der Ausfall betrug etwa 80–90%. Auf den kahlen Zweigen fanden sich nach dem starken Blattfall noch einige

Tage Larven verschiedener Stadien, die auf Nahrungssuche waren. Ältere Larven wurden an den Blattabbruchstellen und Knospenbasen mit eingesenktem Saugrüssel vorgefunden. Nach der sehr geringen Zahl der schließlich zur Eiablage kommenden Weibchen zu schließen, waren sie jedoch mit dieser Art der Nahrungsaufnahme nicht sehr erfolgreich. Auch nach dem Blattfall flogen noch Gynoparen auf *Prunus padus* und setzten Junglarven ab, die jedoch aus Nahrungsmangel zugrunde gingen.

Eine ähnliche Erscheinung ließ sich auch bei *Aphis fabae* auf *Evonymus europaea* und *Myzodes persicae* auf *Prunus persica* beobachten, nur war der Populationsabfall auf Grund des schwächeren Anfluges dieser Arten nicht so augenscheinlich.

Auf den gleichen Bäumen wurde im Herbst 1958 und 1960 die Erscheinung des verfrühten Blattfalles nicht beobachtet.

Literatur

Schwarz, R.: Biologisch-ökologische Untersuchungen über die Blattläuse der Unkraut- und Ruderalflora Berlins. — Beitr. Ent. **9**, 473–506, 1959.

In Vorbereitung:

Krankheiten und Beschädigungen unserer Kultur- und Nutzpflanzen

Ein Bestimmungsbuch

Begründet von

Dr. Oskar von Kirchner

früher Professor der Botanik an der Landw. Hochschule Hohenheim

4., völlig neugestaltete und sehr erweiterte Auflage, herausgegeben von

Dr. Bernhard Rademacher

o. Professor der Pflanzenpathologie

an der Landwirtschaftlichen Hochschule Hohenheim

unter Mitarbeit von ORR Dr. H. BREMER, Trautheim, ORR Dr. C. BUHL, Kiel-Kitzeberg, Prof. Dr. E. MEYER, Hannover-Herrenhausen, Prof. Dr. E. MÜHLE, Leipzig, Dr. W. SAUTHOFF, Berlin-Dahlem, Dr. H. ZOGG, Zürich, und zahlreichen anderen Spezialisten

*Vorgesehen sind 13 Bände, von denen als erster im Frühjahr 1962
erscheinen wird:*

Band VI

Krankheiten und Beschädigungen der Gemüse und Küchenkräuter

Von

Dr. Hans Bremer

Oberregierungsrat a. D.

Etwa 210 Seiten mit 113 Abbildungen, Leinen etwa DM 30.—

Die weiteren Bände:

- | | |
|--------------------------------------------------|---------------------|
| I. Getreide | VII. Kernobst |
| II. Hülsenfrüchte und
Futterkräuter | VIII. Steinobst |
| III. Futtergräser | IX. Beerenobst |
| IV. Hackfrüchte | X. Reben |
| V. Ölfrüchte, Gespinstpflanzen,
Hopfen, Tabak | XI. Zierpflanzen |
| | XII. Arzneipflanzen |
| | XIII. Forstpflanzen |

— Zu beziehen durch jede Buchhandlung —

VERLAG EUGEN ULMER STUTTGART

